

Aménagement d'une zone d'activités intercommunale à vocation de loisirs

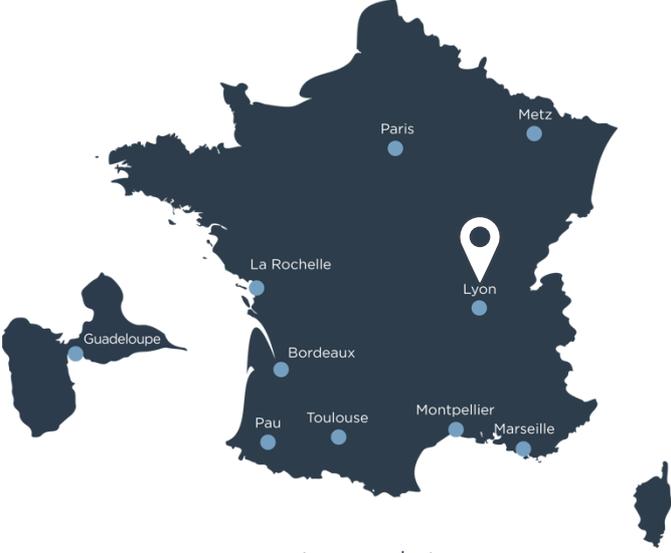
Étude du potentiel de développement en
Énergies Renouvelables et de Récupération
(EnR&R)

FICHE DE SYNTHÈSE

ÉTUDE DU POTENTIEL DE DÉVELOPPEMENT EN ÉNERGIES RENOUVELABLES ET DE RÉCUPÉRATION

	 Site de Valence Espace Jacques Brel		
	Mme Isabelle STOLZENBERG		
	07.64.79.04.31		Isabelle.Stolzenberg@valenceromansagglo.fr

VOS CONTACTS EODD

Responsable de projet	Nelly Sollier n.sollier@eodd.fr	
Supervision	Sylvie Chanonier s.chanonier@eodd.fr	
Libération	Sylvie Chanonier	

Agence de Lyon
contact@eodd.fr | Tél : 04.72.76.06.90

CONTRAT EODD N° P08017

Date	Indice	Modifications
19/04/2023	1	Edition initiale rédigée par L. Dechesne

SOMMAIRE

1	PRÉAMBULE	5
1.1	Périmètre de l'étude.....	5
1.2	Cadre méthodologique de l'étude	7
1.3	Définitions et données contextuelles	10
2	PARTIE 1 : ÉTAT DES LIEUX	13
2.1	Contexte	13
2.2	Documents cadre et réglementation	13
2.2.1	Règlementation selon les échelles d'approche	13
2.2.2	Règlementation environnementale du bâtiment (RE)	14
2.2.3	Règlementation locale.....	15
2.3	Contexte énergétique	19
2.3.1	Échelle nationale	19
2.3.2	Portrait énergétique de la communauté d'agglomération	21
2.4	Contexte climatique et vulnérabilité	22
2.5	Gisement d'énergies renouvelables.....	24
2.5.1	Soleil	24
2.5.1.1	État des lieux 26	
2.5.1.2	Opportunité pour le projet 28	
2.5.2	Vent	29
2.5.2.1	État des lieux 29	
2.5.2.2	Opportunité pour le projet 31	
2.5.3	Sols.....	33
2.5.3.1	Géothermie sur nappe 33	
2.5.3.2	Géothermie profonde 34	
2.5.3.3	Geothermie superficielle : basse et très basse énergie 35	
2.5.4	Biomasse.....	36
2.5.4.1	Bois-énergie 36	
2.5.5	Méthanisation : biogaz et cogénération.....	39
2.5.6	Énergies de récupération	40
2.5.6.1	Industrie 40	
2.5.6.2	Data Centers 40	
2.5.6.3	Usines d'incinération et STEP 40	
2.5.6.4	Eaux usées 41	
2.5.7	Réseaux énergétiques	42
2.5.7.1	Réseau électrique 42	
2.5.7.2	Réseau gazier 42	
2.5.7.3	Réseau de chaleur ou de froid 42	
2.5.8	Synthèse des gisements	43
3	PARTIE 2 : ESTIMATIONS DES BESOINS.....	44
3.1	Données d'entrée	44
3.2	Synthèse des besoins.....	46
3.2.1	Performance énergétique	46
3.2.2	Besoins énergétiques par poste et typologie de bâtiment	46
3.2.3	Puissances nécessaires	48
4	PARTIE 3 : CONSTRUCTION DES SCÉNARIOS	49

4.1	Mutualisation énergétique	49
4.1.1	Échelle du projet	49
4.1.2	Échelle du bâtiment	49
4.2	Sélection des opportunités	49
4.2.1	Solaire photovoltaïque	49
4.2.2	Géothermie sur sondes	50
4.3	Proposition de scénarios énergétiques	51
4.3.1	Scénario A : Chaudière gaz et PV	51
4.3.2	Scénario B : PAC sur sondes géothermique et PV	51
4.3.3	Synthèse des scénarios énergétiques	51
5	PARTIE 4 : ANALYSE DES SCÉNARIOS	53
5.1	Approche environnementale	53
5.1.1	Impact carbone	53
5.1.2	Énergie primaire non renouvelable	53
5.1.3	Part d'énergies renouvelables et de récupération	54
5.2	Synthèse multicritères	55
ANNEXE 1	Impact carbone	56
ANNEXE 2	Fiches de présentation des technologies EnR&R	57
1.	Solaire	57
A.	ÉNERGIE PRIMAIRE	57
B.	TECHNOLOGIES DE VALORISATION	57
	Production d'électricité	57
	Production de chaleur	58
	Applications des techniques d'exploitation de l'énergie solaire	59
C.	CONTRAINTES ET OPPORTUNITÉS	59
	Règlementaire	59
	Technique	60
	Économique	60
2.	Éolien	61
A.	ÉNERGIE PRIMAIRE	61
B.	TECHNOLOGIES DE VALORISATION	61
3.	Géothermie	62
A.	ÉNERGIE PRIMAIRE	62
B.	Technologies de valorisation	62
4.	Air	63
A.	ÉNERGIE PRIMAIRE	63
B.	TECHNOLOGIES DE VALORISATION	63
C.	CONTRAINTES ET OPPORTUNITÉS	64
	Règlementaire	64
	Technique	64
	Économique	64
D.	Biomasse : bois	64
A.	ÉNERGIE PRIMAIRE	64
B.	TECHNOLOGIES DE VALORISATION	65
	Production de chaleur	65
	Production de chaleur et d'électricité	65

C. CONTRAINTES ET OPPORTUNITÉS	66
Règlementaire	66
Technique	66
Économique	67
D. Biogaz	67
A. ÉNERGIE PRIMAIRE	67
E. TECHNOLOGIES DE VALORISATION	68
Production de chaleur	68
Production de chaleur et d'électricité	68
Production d'électricité	68
F. Chaleur fatale : eaux usées	68
A. ÉNERGIE PRIMAIRE	68
G. TECHNOLOGIES DE VALORISATION	68
H. Réseaux de froid	69

1 PRÉAMBULE

L'étude de faisabilité sur le **potentiel de développement en Énergies Renouvelables et de Récupération (EnR&R)** vise à éclairer les différents acteurs sur l'opportunité de mobiliser des ressources EnR&R dans les projets d'aménagement.

Son objectif est de présenter les gisements disponibles localement puis de mettre en évidence les opportunités de développement au regard du contexte et du projet et les possibilités de mutualisation des moyens de production énergétique. Une réflexion globale sur la **capacité d'extension ou de création de réseaux de chaleur** est également menée. La finalité de la démarche est la **réduction de l'utilisation des énergies fossiles**.

L'étude de faisabilité sur le potentiel de développement en EnR&R est rendue obligatoire pour « *toute action ou opération d'aménagement faisant l'objet d'une évaluation environnementale* » (article L300-1-1 du Code de l'urbanisme).

Le projet de la zone d'activités intercommunale à vocation de loisirs à Bourg-de-Péage est concerné par la rubrique 39/b des projets soumis à évaluation environnementale inscrits dans l'annexe à l'article R122-2 du Code de l'Environnement : « *Opérations d'aménagement dont le terrain d'assiette est supérieur ou égal à 10 ha* ».

La zone de loisir a fait l'objet d'une étude d'impact en 2011 et d'une première mise à jour en 2013. A présent, en vue de développer la zone de loisirs, une nouvelle actualisation de cette étude d'impact doit être réalisée. C'est dans ce cadre que se place l'élaboration d'une étude ENR&R.

Les conclusions de cette étude sont intégrées à l'étude d'impact. L'étude EnR&R complète constitue une annexe à l'étude d'impact du projet.

1.1 PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE

Le projet de zone d'activités à vocation de loisirs résulte de la volonté, en 2013, des élus de la Communauté de communes Canton de Bourg-de-Péage de développer un large projet autour de la thématique « *loisirs, santé et bien-être* ». Ce projet fait suite à une analyse de l'existant qui a montré un manque d'offre de loisirs sur le territoire :

- à destination des familles, à l'échelle romano-valentinoise ;
- à destination des salariés locaux et notamment liés au développement de Rovaltain (peu d'offre type squash, foot en salle, badminton, bowling, ...).

Le site du projet d'aménagement est localisé dans la partie sud-ouest du territoire communal de Bourg-de-Péage, au sein de la communauté d'agglomération Valence Romans Agglo (anciennement communauté de communes Canton de Bourg-de-Péage), dans le département de la Drôme, au nord-est de Valence.

Le projet d'aménagement porte sur une superficie d'environ 11 ha environ, sur les 16 ha que compte la zone de loisirs, au sud-ouest de la commune de Bourg-de-Péage. Le périmètre arrêté pour l'étude d'impact est délimité :

- par la RD 538 à l'ouest,
- l'autoroute A 49 au nord,
- des espaces agricoles au sud,
- des espaces, exploitations agricoles ainsi que quelques habitations pavillonnaires sur la majeure partie à l'est, mais aussi par la route longeant le canal de la Bourne.

Le plan ci-dessous illustre le périmètre initial de la zone de loisirs de 2013 avec l'évolution depuis, suite à la réalisation du parking et du complexe aquatique diabolos qui sont hors périmètre projet pour cette mise à jour d'étude d'impact.



Figure 1 : Périmètre du projet 2023 de la zone de loisirs à Bourg-de-Péage source : Valence Romans agglo

Comme la carte ci-dessus l'indique, deux phases dans le projet se distinguent :

- Phase 1 correspondant à des aménagements à court terme ;
- Phase 2 : correspondant à des aménagements à plus long terme, aucun acquéreur sur ces lots actuellement.

Le projet prévoit la construction d'environ 23 037 m² de Surface utile (SU).

Il s'agit ici de proposer un projet urbain durable qui positionne ce territoire sur un segment d'offre particulier de loisirs et de détente, se distinguant par la qualité environnementale de son approche.

Inscrite au sein d'une ambiance paysagère, la zone d'activités de loisirs sera dotée d'une haute ambition environnementale sur la thématique des loisirs, du bien-être et de la nature. Elle sera gérée de manière à limiter les impacts environnementaux.

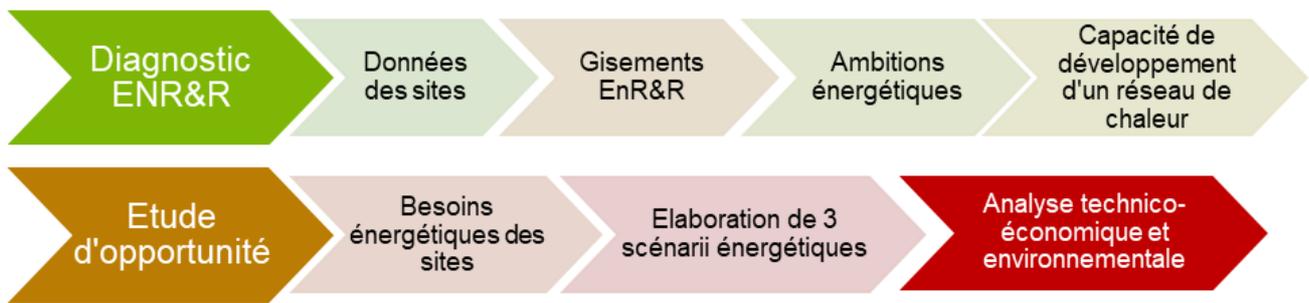
1.2 CADRE MÉTHODOLOGIQUE DE L'ÉTUDE

La réalisation de l'étude EnR&R doit viser en premier lieu le renforcement de la qualité environnementale du projet d'aménagement.

Cette étude se compose :

- d'un état des lieux du contexte énergétique de l'opération (partie 1) ;
- d'une phase d'opportunité (parties 2 et 3). Cette dernière vise à étudier les potentiels les plus pertinents identifiés pour le projet, avant de les décliner sous la forme de scénarios, analysés sous les angles technique et environnemental, qui permet d'aider à la décision pour le choix du scénario retenu.
-

À partir des **données d'entrée** liées au site (climat, sous-sol, risques industriels...) et au **projet d'aménagement** (surfaces construites, phasage, destination des bâtiments, réhabilitations...), des étapes d'analyses et d'évaluations dégageront des **solutions énergétiques** pertinentes et fourniront des éléments d'ordre économique et environnemental alimentant la stratégie énergétique de l'aménagement.



Le détail de méthodologie est le suivant :

Partie 1 - État des lieux des énergies renouvelables

La partie 1 comporte les éléments suivants :

- l'analyse du cadre réglementaire et des orientations applicables au projet ;
- l'évaluation du potentiel d'énergies renouvelables et de récupération disponibles localement.

À ce stade, les données disponibles concernent :

- les données du site ;
- le gisement en EnR&R.

Les principales énergies renouvelables et de récupération sont listées ci-dessous. Les ressources étudiées dans le cadre du projet apparaissent en orange. Les énergies marines et hydrauliques sont exclues de l'étude du fait de l'absence de cours d'eau majeur et de façade maritime à proximité.

	Énergie	Ressource	Utilisation	Système	Échelle
RENOUVELABLE	Solaire thermique	Soleil	Chaleur	Panneaux indépendants	Bâtiment
				Ensemble de panneaux avec réseau de chaleur	Quartier/Ville
	Solaire photovoltaïque	Soleil	Électricité	Panneaux indépendants	Bâtiment/stationnements
				Installation collective	Quartier/Ville
	Éolien	Vent	Électricité	Petit éolien	Bâtiment/Quartier
				Grand éolien	Ville / territoire
	Géothermie	Sols / Nappe	Chaleur/ Froid	Superficielle	Bâtiment
				Profonde (avec réseau de chaleur/froid)	Quartier / Ville / territoire
	Aérothermie	Air	Chaleur/ Froid	Pompe à chaleur (PAC)	Bâtiment
	Marine	Courants marins	Électricité	Hydroliennes, unités marémotrice, houlomotrice	Ville
Hydraulique	Cours d'eau	Électricité	Petit hydraulique	Quartier/Ville	
			Grand hydraulique	Ville	
Biomasse par combustion	Bois-énergie	Chaleur	Chaudières biomasse, individuelle et collective	Bâtiment/ Quartier/Ville	
Biomasse par méthanisation	Déchets, matières agricoles, boues d'épuration	Chaleur / Électricité par cogénération	Injection réseau de distribution de gaz	Ville	
			Combustion sur lieu de production	Bâtiment	
			Chaudière gaz collective et réseau de chaleur	Quartier/Ville	
RECUPE R	Chaleur fatale	Industrie, data centers, incinération de déchets	Chaleur/ Électricité	Turbine électrique ou chaleur distribuée par un réseau	Bâtiment / Quartier / Ville
			Chaleur	Récupération de chaleur des bâtiments ou sur data center	Bâtiment / Quartier
	Chaleur des eaux usées	Eaux usées	Chaleur	Échangeur et PAC	Bâtiment
Échangeur, réseau de chaleur basse température et PAC				Quartier	

Parties 2 et 3 - Étude technique et environnementale

Partie 2 : Évaluation des besoins

À partir des données disponibles, notamment de programmation, les besoins énergétiques globaux des bâtiments sont définis. Une étude à l'échelle urbaine ne permet pas une évaluation fine des besoins, mais apporte des ordres de grandeurs, alimentant par la suite les scénarios 3 les plus pertinents à étudier.

L'étude nécessite une définition et agrégation des besoins selon les **critères** suivants :

- postes de consommations énergétiques ;
- usage des bâtiments ;
- phasage de l'opération : variation des besoins dans le temps ;
- zonage de l'opération : géolocalisation des besoins.

Les **postes de consommations** concernent :

- chauffage ;
- Eau Chaude Sanitaire (ECS) ;
- rafraîchissement ;
- éclairage ;
- auxiliaires : distributions hydrauliques et aérauliques des installations techniques ;
- usages immobiliers.

Ces postes sont définis par la **réglementation environnementale**, auxquels peuvent s'ajouter, selon les besoins de l'étude :

- **électricité** : usages mobiliers, process mécanique ;
- **chaud** : spécifique à un process, comme un bassin de piscine ;
- **froid** : spécifique à un process, comme des chambres froides ou une patinoire.

Enfin, les **bâtiments** sont répartis en plusieurs catégories d'usages :

- **industrie**, regroupant l'artisanat, l'industrie et la logistique ;
- **résidentiel** : collectif et individuel ;
- **tertiaire**, avec les sous-catégories : commerces ; cafés, hôtels et restauration ; bureaux ; administration publique ; bâtiments de transport ; sports ; santé ; habitat tertiaire (résidences étudiantes et séniors) ; enseignement.

Les besoins sont calculés à partir de ratios surfaciques pour les bâtiments neufs des différentes catégories.

Partie 3 : Élaboration des scénarios

Cette étape consiste en une réalisation de scénarios proposant des solutions diverses, pertinentes dans le cadre de l'opération. Elles seront comparées à un scénario dit « de base », correspondant à la solution la plus courante actuellement au sein du territoire et des quartiers environnants.

Selon les cas, l'étude EnR&R peut méthodologiquement s'adapter aux contextes multi-sites, en analysant les solutions par site et avec une vision globale.

Partie 4 : Étude technique et environnementale

Cette étude permet de comparer plusieurs scénarios d’approvisionnement énergétique différents en faisant apparaître pour chacun d’entre eux :

- les émissions de CO₂ et la production de déchets nucléaires associées au fonctionnement des installations sur la même durée de vie ;
- la part de production EnR&R dans le mix énergétique.

1.3 DÉFINITIONS ET DONNÉES CONTEXTUELLES

- **Énergies renouvelables**

L’article 29 de la loi de programme n°2005-781 du 13 juillet 2005 fixant les orientations de la politique énergétique précise :

« *Les **sources d’énergies renouvelables** sont les énergies éolienne, solaire, géothermique, aérothermique, hydrothermique, marine et hydraulique, ainsi que l’énergie issue de la biomasse, du gaz de décharge, du gaz de stations d’épuration d’eaux usées et du biogaz. La biomasse est la fraction biodégradable des produits, déchets et résidus provenant de l’agriculture, y compris les substances végétales et animales issues de la terre et de la mer, de la sylviculture et des industries connexes, ainsi que la fraction biodégradable des déchets industriels et ménagers.* »

- **Énergies de récupération**

Une énergie de récupération est issue de la **fraction non biodégradable** des déchets ménagers ou assimilés, des déchets des collectivités, des déchets industriels, des résidus de papeterie et de raffinerie. Il s’agit également des gaz de récupération (mines, cokerie, haut-fourneau, aciérie et gaz fatals) et de la récupération de chaleur sur eaux usées ou de chaleur fatale à l’exclusion de la chaleur produite par une installation de cogénération pour la part issue d’énergie fossile.

- **Types d’énergies**

Énergie primaire (EP) : L’énergie primaire correspond à des produits énergétiques « bruts » dans l’état (ou proches de l’état) dans lequel ils sont fournis par la nature : charbon, pétrole, gaz naturel, solaire, bois (également déchets combustibles qui sont fournis par les activités humaines).

Énergie finale (EF) : L’énergie finale ou disponible est l’énergie vendue et livrée au consommateur pour sa consommation finale (électricité au foyer, essence à la pompe...).

- **Transformation d’énergie**

Transformation d’énergie primaire en énergie finale :

La transformation d’énergie primaire (nucléaire, chimique, mécanique ou thermique) en électricité s’accompagne de pertes.

Les coefficients utilisés pour la transformation des différentes énergies primaires en énergies finales sont présentés dans le tableau suivant :

Énergie	Coefficient
Électricité	2,3 (RE2020)
Énergie fossile	1
Bois-énergie	0,6
Énergie renouvelable	0
Énergie de récupération	0
Réseau thermique	1 – taux d'EnR&R

Tableau 1 : Coefficient de transformation des différentes énergies primaires en énergies finales

La notion d'énergie primaire permet d'intégrer la **somme des énergies consommées** pour la production, le transport et la transformation des énergies secondaires : l'électricité et les combustibles fossiles transformés notamment (gaz naturel purifié, pétrole raffiné...).

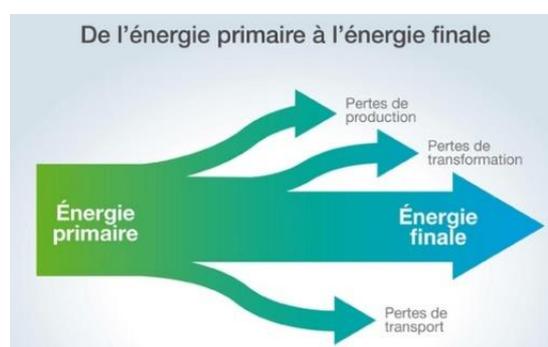


Figure 2 : De l'énergie primaire à l'énergie finale (source : www.developpement-durable.gouv.fr)

Énergie utile (EU) : C'est l'énergie réellement consommée par l'utilisateur final : la chaleur émise par un radiateur, l'électricité alimentant un téléviseur... Elle prend en compte le rendement des installations de chauffage.

- **Émissions de gaz à effet de serre associées aux sources d'énergie :**

Afin de comparer le bilan en termes d'émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) de différentes solutions d'approvisionnement énergétique, nous utilisons des facteurs de conversion de l'énergie en équivalent CO₂.

- **Électricité :**

Les moyens de production d'électricité émettent des gaz à effet de serre. Ces émissions de GES standardisées sont présentées dans le tableau ci-dessous. Elles comprennent les étapes liées à la combustion du combustible pour les centrales thermiques, à la mise à disposition du combustible pour les centrales thermiques et nucléaires, ainsi que les émissions liées à la construction de la centrale ou des installations (valable également pour les énergies renouvelables).

Sources : ADEME, *Documentation des facteurs d'émissions de la Base Carbone* ©, *Scope 2 et Energy Policy (Valuing the greenhouse gas emissions from nuclear power: A critical survey. B K Sovacool, 2008)*

Aussi, et parce qu'ils ne sont pas produits de la même manière au même moment, les impacts environnementaux de l'électricité diffèrent en fonction des usages : chauffage, climatisation, ECS, éclairage, autres usages.

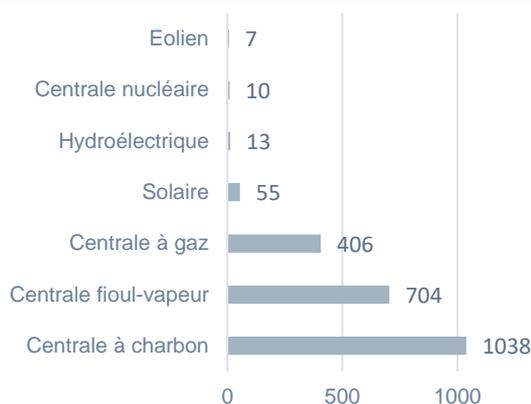


Figure 3 : Émissions de GES des sources de production d'électricité, en gCO₂/kWh

- Réseau de chaleur :

Les émissions de gaz à effet de serre pour l'alimentation de réseau de chaleur dépendent quant à elles du système et des combustibles qui ont été utilisés. **Les réseaux de chaleur et de froid disposent donc d'un facteur d'émission qui leur est propre, calculé en fonction du mix de leur alimentation.**

- Autres données environnementales de la production énergétique :

Les **combustibles** (gaz, fioul, bois, propane) ont des impacts environnementaux différents. Leurs émissions de carbone par kWh ainsi que leur contribution à l'acidification des sols et de l'eau ou la quantité de déchets radioactifs éliminés sont autant d'indicateurs permettant la comparaison entre elles des différentes solutions d'approvisionnement énergétique. Ces valeurs sont elles aussi standardisées.

L'ensemble de ces données environnementales est présenté en ANNEXE 2.

2 PARTIE 1 : ÉTAT DES LIEUX

Cette première phase de l'étude sur le potentiel de développement en Énergies Renouvelables et de Récupération (EnR&R) a pour objet de clarifier le domaine des possibles et les enjeux associés à l'opération d'aménagement.

En effet, le secteur du bâtiment représente aujourd'hui près de 40 % des énergies consommées chaque année, et les choix d'aménagement qui seront pris vont avoir des impacts climatiques, environnementaux et économiques sur plusieurs décennies.

Il est donc nécessaire de clarifier dans cette première phase de travail les éléments relevant du contexte dans lequel s'inscrit l'opération en dressant un état des lieux des gisements d'EnR&R disponibles localement.

2.1 CONTEXTE

Les contextes réglementaires et énergétiques, aux différentes échelles nationale ou locale, apportent des éléments indispensables pour l'appréhension de l'étude d'opportunité et de faisabilité EnR&R, et permettent de comprendre les enjeux et notions clés associées.

2.2 DOCUMENTS CADRE ET RÉGLEMENTATION

2.2.1 RÉGLEMENTATION SELON LES ÉCHELLES D'APPROCHE

À une **échelle européenne**, la Commission Européenne a publié, le 14 juillet 2021¹, une quinzaine de directives et règlements relatifs au **paquet Climat Européen**. Ces nouveaux objectifs devraient permettre à l'UE de réduire d'au moins 55 % des émissions nettes de gaz à effet de serre d'ici à 2030.

La **directive RED II** (Renewable Energy Directive) **révisée** concerne plus spécifiquement la question des énergies renouvelables. La mise à jour des textes revoit à la hausse l'objectif d'intégration des énergies renouvelables en 2030, avec des cibles non contraignantes au niveau national et pour certains secteurs. Le but est d'intégrer davantage les nouveaux vecteurs d'énergie tels que l'hydrogène « vert ». Les chiffres clés à l'horizon 2030 :

- **augmenter la part des énergies renouvelables à 40 %** de la consommation finale brute d'énergie de l'Union (elle était jusqu'à présent d'au moins 32 %) ;
- **instaurer un objectif de 1,1 point de pourcentage contraignant annuel d'intégration d'énergies renouvelables pour le chauffage et le refroidissement** (jusqu'ici, la cible était de 1,3 point de pourcentage annuel et n'était qu'incitative).

La **révision de la directive EED** (Energy Efficiency Directive) relative à l'efficacité énergétique rehausse les objectifs européens d'ici à 2030 :

¹ Sources : https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/ip_21_3541 et https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/amendment-renewable-energy-directive-2030-climate-target-with-annexes_en.pdf

- atteindre -39 % de consommation d'énergie primaire ;
- atteindre -36 % de consommation d'énergie finale ;
- réduire de 9 % la consommation d'énergie (primaire et finale) par rapport aux projections réalisée avec le scénario de référence 2020 (au lieu de celui établi en 2007 utilisé jusqu'à présent) ;
- atteindre -1,5 % minimum d'économie d'énergie finale chaque année pour chaque État membre (objectif actuel d'au moins 0,8 % pour 2021-2030) ;
- diminuer de 1,7 % la consommation d'énergie finale des bâtiments publics chaque année et rénover 3 % de la surface de ces bâtiments.

À une **échelle nationale**, la **Loi de transition énergétique pour la croissance verte** (LTECV, 2015) a fixé des objectifs ambitieux en matière de développement des énergies renouvelables. Elle est déclinée sous la forme des **Programmations pluriannuelles de l'énergie** (PPE), fixant des objectifs quantitatifs pour chaque filière renouvelable. Voici les objectifs à l'horizon 2030 :

- augmenter la part des énergies renouvelables à 32 % de la consommation finale brute d'énergie ;
- atteindre 40 % de la production d'électricité d'origine renouvelable ;
- atteindre 38 % de la consommation finale de chaleur d'origine renouvelable ;
- atteindre 15 % de la consommation finale de carburant d'origine renouvelable ;
- atteindre 10 % de la consommation de gaz d'origine renouvelable ;
- multiplier par cinq la quantité de chaleur et de froid renouvelables et de récupération livrée par les réseaux de chaleur et de froid.

Les **projets d'aménagement** s'inscrivent donc dans ce cadre réglementaire évoluant vers une production d'énergies renouvelables et une diminution des énergies fossiles. **L'article L300-1 du Code de l'Urbanisme a été modifié par la loi du 22 août 2021** portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets. Le texte figure désormais à **l'article L.300-1-1** créé par cette loi et prévoit ainsi que « *Toute action ou opération d'aménagement faisant l'objet d'une évaluation environnementale, en application de l'article L.122-1 du code de l'environnement, doit faire l'objet d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables de la zone, en particulier sur l'opportunité de la création ou du raccordement à un réseau de chaleur ou de froid ayant recours aux énergies renouvelables et de récupération* ».

Le **décret n° 2019-474 du 21 mai 2019** ajoute que les conclusions de cette étude EnR&R et une description de la façon dont il en est tenu compte, doivent être comprises dans l'étude d'impact.

2.2.2 RÉGLEMENTATION ENVIRONNEMENTALE DU BÂTIMENT (RE)

La **réglementation thermique 2012** (RT2012) fixe des exigences de résultats en matière de conception du bâtiment, de confort et de consommation d'énergie. Le plafond de référence est de 50 kWh/m².an pour les constructions neuves, pour cinq usages réglementés : chauffage, rafraîchissement, eau chaude sanitaire, ventilation et auxiliaires. Elle fixe également des objectifs sur les besoins climatiques du bâti (Bbiomax), de confort en été en passant par des exigences de moyens : étanchéité, surface vitrée, affichage des consommations d'énergie. Elle s'adresse toujours aux bâtiments concernés par une rénovation totale ou partielle, mais ne concerne plus les bâtiments neufs.

En effet, le **décret RE 2020 n° 2021-1004 du 29 juillet 2021** de la **nouvelle Réglementation Environnementale (RE2020)**, est paru au journal officiel du 31 juillet 2021. Cette nouvelle réglementation s'inscrit dans cette continuité d'amélioration des performances énergétiques des bâtiments. Elle prend en compte trois objectifs gouvernementaux principaux : **donner la priorité à la**

sobriété énergétique et à la décarbonation de l'énergie, diminuer l'impact carbone de la construction des bâtiments et garantir le confort en cas de forte chaleur.

Le décret RE 2020 n° 2021-1004 du 29 juillet 2021 relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions de bâtiments réorganise notamment le chapitre II du titre VII du livre Ier du code de la construction et de l'habitation, en y créant deux sections :

- **la section 1** : qui concerne les constructions de bâtiments à usage d'habitation, de bureaux, ou d'enseignement primaire ou secondaire ;
- **la section 2** : qui concerne les autres constructions de bâtiments, contient de manière inchangée les exigences actuellement en vigueur de la réglementation thermique 2012. Un futur décret introduira les exigences de la RE2020 pour ces bâtiments.

L'arrêté du 4 août 2021 relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions de bâtiments, et portant approbation de la méthode de calcul, vient préciser le décret du 29 juillet 2021. Il fixe également des exigences applicables à des sous-ensembles de composants des bâtiments. Les exigences de performance énergétique et environnementale des constructions pour les autres typologies de bâtiments paraîtront dans le courant de l'année 2023.

2.2.3 RÈGLEMENTATION LOCALE

Le projet d'aménagement s'intègre dans plusieurs documents traitant de façon transverse le sujet de l'énergie, de l'échelle régionale à métropolitaine.

La société RTE a élaboré un **Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Énergies Renouvelables (S3REnR)** d'Auvergne-Rhône-Alpes qui est entré en vigueur le 15 février 2022. L'objectif de ce Schéma est de développer 7 600 MW d'énergies renouvelables supplémentaires sur les réseaux électriques d'ici 2030, soit une augmentation de 60 % par rapport aux capacités actuelles.

Les investissements nécessaires à la création de nouveaux ouvrages électriques sera pris en charge par les producteurs d'énergies renouvelables au travers d'une quote-part mutualisée. Cette quote-part représente un montant de 36,97 k€/MW installé.

Le **Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET)**, a été adopté par le Conseil régional lors de sa session des 19 et 20 décembre 2019 et **approuvé le 10 avril 2020** jusqu'à l'horizon 2030 à l'échelle de la région Auvergne-Rhône-Alpes.



Il intègre et se substitue aux schémas existants (SRCE, SRCAE, SRI, SRIT, PRPGD). Il fixe les objectifs de moyen et long termes sur les nombreuses thématiques suivantes : équilibre et égalité des territoires, implantation des différentes infrastructures d'intérêt régional, désenclavement des territoires ruraux, habitat, gestion économe de l'espace, intermodalité et développement des transports, maîtrise et valorisation de l'énergie, lutte contre le changement climatique, pollution de l'air, protection et restauration de la biodiversité, prévention et gestion des déchets.

Conformément aux dispositions de l'article L.4251-3 du CGCT, les SCoT, PLUi, PLU, cartes communales, PDU, PCAET et chartes des PNR devront prendre en compte les objectifs du SRADDET et être compatibles avec les règles générales de ce schéma.

Ses objectifs stratégiques se déclinent selon les quatre objectifs généraux suivants :

- **construire une région qui n’oublie personne** : garantir dans un contexte de changement climatique un cadre de vie de qualité pour tous, offrir l’accès aux principaux services sur tous les territoires ;
- **développer la région par l’attractivité et les spécificités de ses territoires** : promouvoir des modèles de développement locaux fondés sur les potentiels et les ressources, faire une priorité des territoires en fragilité, interconnecter les territoires et développer leur complémentarité ;
- **inscrire le développement régional dans des dynamiques interrégionales transfrontalières et européennes** : Développer les échanges nationaux source de plus-values pour la région, valoriser les dynamiques européennes et transfrontalières et maîtriser leurs impacts sur le territoire régional ;
- **innover pour réussir les transitions (transformations) et mutations** : faire de la Région un acteur des processus de la transition des territoires, préparer les territoires aux grandes mutations dans les domaines de la mobilité, de l’énergie, du climat et des usages, en tenant compte des évolutions sociodémographiques et sociétales, développer une relation innovante avec les territoires et les acteurs locaux.

Le **Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT)** est destiné à servir de cadre de référence pour les différentes politiques sectorielles notamment celles centrées sur les questions d’habitat, de déplacements, de développement commercial, d’organisation de l’espace, etc. Le schéma assure aussi bien la cohérence de ces politiques sectorielles que celle des documents qui les définissent, Programme Local de l’Habitat (PLH), Plan des Déplacements Urbains (PDU), et Plan Local d’Urbanisme (PLU).



La commune de Bourg-de-Péage s’inscrit au sein du **SCoT du Grand Rovaltain, qui est entré en vigueur le 17 janvier 2017**. Le Grand Rovaltain est un territoire ouvert qui se situe au croisement de trois reliefs (le Vercors, le Rhône et l’Isère) et s’inscrit de ce fait dans une position d’interface entre plusieurs aires d’influence. Le périmètre du SCoT couvre un territoire de 110 communes et trois Etablissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI).

Les principaux enjeux environnementaux du « *triangle Romans-sur-Isère, Tain-l’Hermitage/Tournon-sur-Rhône* » inscrits dans le SCoT sont les suivants :

- maintenir des coupures d’urbanisation afin de garantir la continuité des milieux agro-naturels ainsi que le déplacement des espèces ;
- préserver les fenêtres paysagères menacées par la conurbation formée depuis le cœur de l’agglomération de Valence ;
- considérer plus fortement le traitement des entrées de villes et villages et les trois « pointes » du triangle au regard de la concentration des éléments patrimoniaux que comptent les trois communes.



Le Plan Local d’Urbanisme de Bourg-de-Péage a été approuvé le 8 avril 2013, puis modifié le 11 avril 2016 et le 17 juin 2021.



Le **Projet d’Aménagement et de Développement Durable (PADD)** définit les orientations générales des politiques d’aménagement, d’équipement, d’urbanisme, de protection des espaces naturels, agricoles et forestiers, et de préservation ou de remise en bon état des continuités écologiques. Il expose les grands objectifs stratégiques et politiques qui sont traduits dans le document règlementaire du PLU.

Ce projet est organisé autour de ces **sept principales orientations** suivantes :

- soutenir un dynamisme démographique à l'échelle de l'agglomération, et adapter l'offre résidentielle ;
- allier intensité urbaine et qualité résidentielle ;
- adapter et anticiper les équipements nécessaires à la ville de demain ;
- soutenir l'activité économique ;
- améliorer la mobilité ;
- valoriser les paysages et maintenir le fonctionnement naturel du territoire ;
- maintenir les conditions de pérennité de l'activité agricole.

Après la fusion au 1^{er} janvier 2014 des communautés d'agglomération Valence sud Rhône-Alpes et Pays de Romans, la communauté d'agglomération Valence Romans Sud Rhône-Alpes a lancé en 2015 l'élaboration d'un **Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET)**. Ce dernier a été adopté par le conseil communautaire le 4 avril 2019.

Ce Plan Climat vise à planifier la transition énergétique, l'amélioration de la qualité de l'air et l'adaptation aux changements climatiques sur le territoire. Les grandes orientations politiques stratégiques y sont dressées, puis déclinées en un programme d'actions.

Valence Romans Agglo a été successivement reconnue « **Territoire à Energie Positive** » (TEPos) par la Région et l'ADEME puis « **Territoire à Energie Positive pour la Croissance Verte** » (TEPCV).

De plus, elle s'est engagée dans le processus de **labellisation Cit'ergie** qui concerne la prise en compte des questions air énergie climat dans le fonctionnement et les compétences de l'Agglo. Le processus Cit'ergie apporte une méthodologie de conduite de projet rigoureuse impliquant de nombreux acteurs (élus, services, partenaires institutionnels, acteurs socio-économiques locaux).

Le label Cit'ergie a ainsi été obtenu par Valence Romans Agglo le 23 janvier 2019.



Figure 4 : Périmètres et principes d'intervention de la stratégie du PCAET de Valence Romans Agglo (Source : PCAET)

En première approche, le PCAET de Valence Romans Agglo se décline en **six axes stratégiques** :

- aménager le territoire de Valence Romans Agglo dans la logique d'un TEPos résilient aux changements climatiques ;
- améliorer la performance énergétique et climatique du patrimoine public ;
- développer les énergies renouvelables, réduire les déchets en développant l'économie circulaire et l'écoconception, optimiser les systèmes d'assainissement à la hauteur du potentiel du territoire, développer les productions et l'usage des produits biosourcés, des procédés propres et sobres ;
- développer une offre de mobilité adaptée à la diversité de l'espace communautaire, respectueuse de l'environnement et de la santé ;
- adapter l'organisation de l'agglomération et accompagner le changement ;
- mobiliser les forces du territoire et les partenaires socio-économiques.

De plus, Valence Romans Agglo se fixe des **trajectoires énergétiques** qui permettraient une division par 1,2 en 2025 et par 2 en 2050 de la **consommation énergétique du territoire** (diminution de la consommation énergétique et augmentation de la production d'énergies renouvelables).

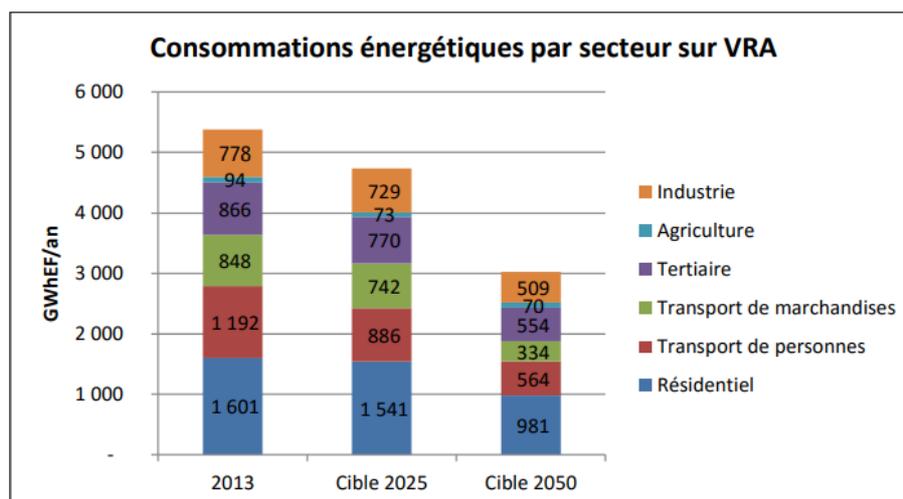


Figure 5 : Objectifs d'évolution des consommations énergétiques par grand secteur d'activités, sur le territoire de Valence Romans Agglo (Source : PCAET)

Par ailleurs, Valence Romans agglo a défini des objectifs chiffrés aux horizons 2025 et 2050 en matière de production d'énergie renouvelables :

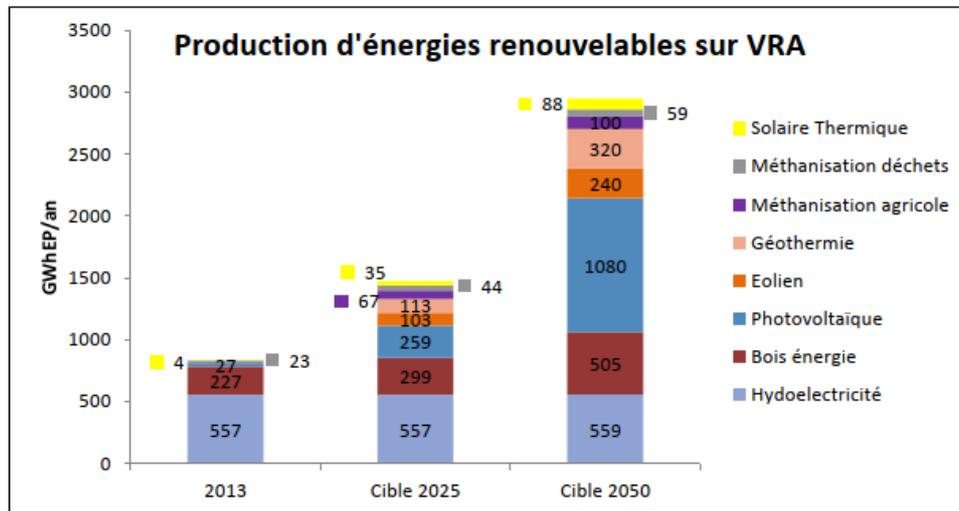


Figure 6 : Objectifs de l'évolution de la production d'énergies renouvelables pour Valence Romans Agglo (Source : PCAET)

Le **Plan Local d'Urbanisme** de **Bourg-de-Péage** a été approuvé le 8 avril 2013. Le périmètre d'étude est majoritairement classé en zone AUd « zone à urbaniser à dominante d'équipements ouverte à l'urbanisation » (équipements à vocation de loisir - thématique : bien être, santé, nature) et très partiellement, dans sa partie nord-est, en zone A « agricole ».

2.3 CONTEXTE ÉNERGÉTIQUE

2.3.1 ÉCHELLE NATIONALE

Source : Scénario Négawatt 2017-2050 ; CEREMA ; HESPUL, Chiffres clés de l'énergie dans un projet d'aménagement

Consommation d'énergie primaire : pour l'année 2020 en France, la consommation d'énergie primaire est composée à 39 % d'énergie nucléaire, puis à 28 % de pétrole. Les énergies renouvelables ont une part limitée à 13,1 %, qui s'avère néanmoins en hausse par rapport à 2019. La croissance importante de la production primaire d'énergies renouvelables depuis 2005 (+ 70 % en France métropolitaine) est principalement due à l'essor des biocarburants, des pompes à chaleur et de la filière éolienne.

La répartition entre les différentes filières d'énergies renouvelables est la suivante :

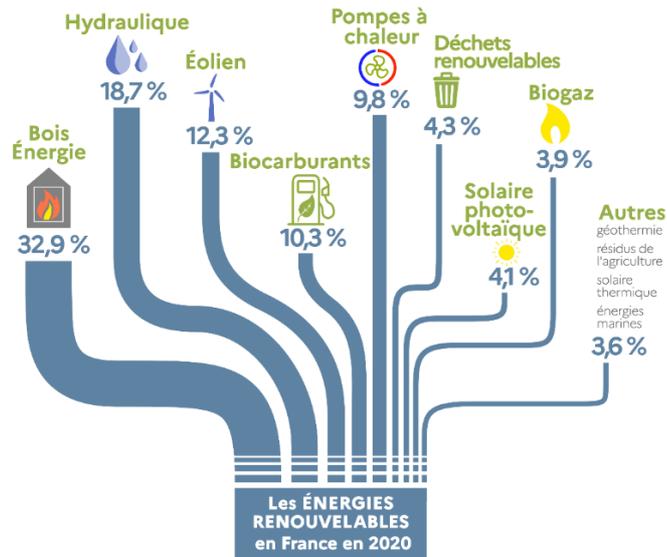


Figure 7 : Consommation d'énergie primaire en France (source : Chiffres clés des énergies renouvelables, édition 2021, Commissariat général au développement durable)

Usages de l'énergie : le besoin de chaleur constitue 50 % de l'usage de l'énergie en France, suivi de la mobilité à 35 % et de l'électricité spécifique à 15 %. Le secteur du résidentiel et tertiaire est le plus gros consommateur de chaleur (environ deux tiers de la consommation nationale).

Production de chaleur : la chaleur est produite à 85 % par des ressources non renouvelables (gaz principalement et produits pétroliers).

Production électrique : la puissance installée d'électricité est majoritairement composée du **nucléaire** (48 %, pour une puissance totale installée de plus de 63 000 MW). L'énergie nucléaire est produite en France par 58 réacteurs, allant de 900 MW à 1 450 MW de puissance unitaire. En revanche, en termes de production d'électricité, le nucléaire représente 72 % du mix énergétique. Cette différence entre puissance installée et production réelle s'explique par l'intermittence de certaines ressources, le déphasage entre demande et production et les arrêts de maintenance. Les énergies renouvelables sont représentées par le bois-énergie (32,9 % de la production électrique), l'hydraulique (18,7 %), puis l'éolien (12,3 %).

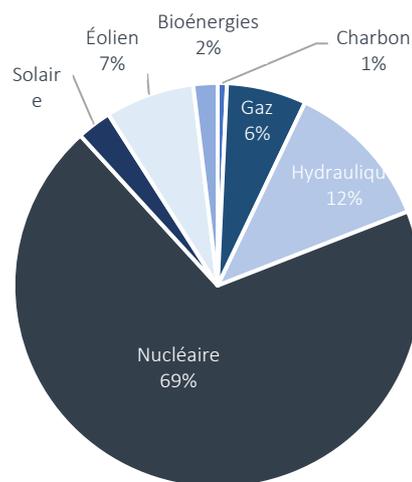


Figure 8 : Production électrique par source en France (source : Bilan électrique RTE 2021)

Secteur résidentiel : les logements anciens non isolés, correspondant aux années de construction de 1960 à 1970, ont une consommation de **chauffage** finale estimée entre **240 et 320 kWh/m²/an**. En

comparaison, les logements d'état moyen (années 1990 à 2000, ou plus anciens mais ayant fait l'objet d'une petite réhabilitation) consomment en moyenne **160 kWh/m²/an**. Le niveau Bâtiment Basse Consommation atteint **32 kWh/m²/an** et les logements passifs ne consomment en moyenne que **15 kWh/m²/an** de chauffage.

Concernant la **consommation électrique spécifique** (hors éclairage, auxiliaires de chauffage et ventilation) des logements français, elle s'élève en moyenne à **3 000 kWh/an (soit 47 kWh/m²/an en moyenne)** mais peut être **divisée par 2** à confort égal avec quelques dispositifs et mesures (arrêt des circulateurs de pompes de chauffage en même temps que le chauffage, alimentation des équipements type lave-vaisselle en eau chaude par un système de chauffage solaire, système de coupure généralisée des appareillages hifi ...). La consommation électrique peut même atteindre **750 kWh/an** pour les logements très performants.

2.3.2 PORTRAIT ÉNERGÉTIQUE DE LA COMMUNAUTÉ D'AGGLOMÉRATION

Source : PCAET Valence Romans agglo

- **Consommation**

Le territoire de Valence romans Agglo a une consommation énergétique annuelle d'environ **5 379 GWh** sur l'année 2016. La **répartition** de ces consommations par secteur est représentative du territoire de l'agglomération, territoire vaste et ouvert :

- une part importante liée au transport routier, pour le déplacement des personnes et des marchandises ;
- une forte représentation des secteurs du résidentiel et du tertiaire.

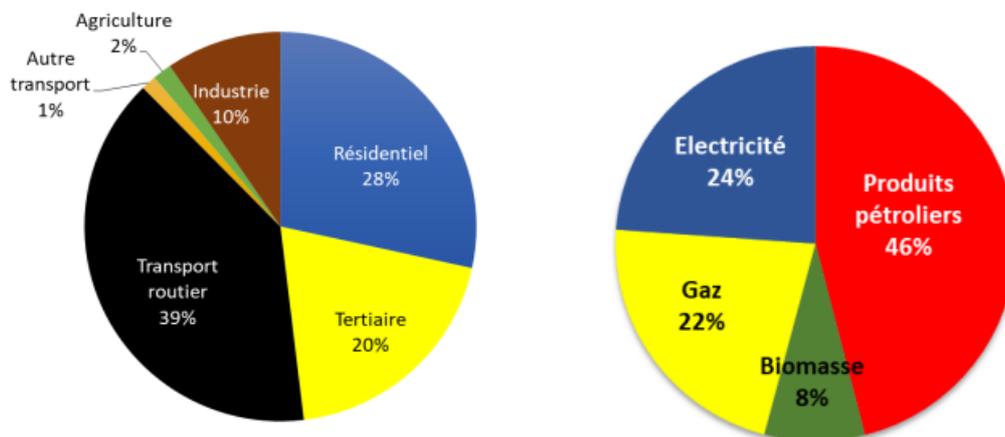


Figure 9 : Consommations énergétiques par secteur et par type d'énergie sur Valence Romans Agglo (Source : PCAET)

84 % de la consommation d'énergie finale du territoire concernent le bâtiment (résidentiel et tertiaire) ainsi que les transports de personnes et de marchandises.

Après les produits pétroliers (46 %), l'électricité est la deuxième énergie la plus utilisée sur le territoire représentant un peu moins du quart de la consommation (24 %), suivie du gaz qui représente 22 % des usages, puis de la biomasse (8 %).

- **Production d'énergie renouvelable et installations**

Le potentiel territorial à 2050 avec la répartition par filière sur le territoire sont les suivants :

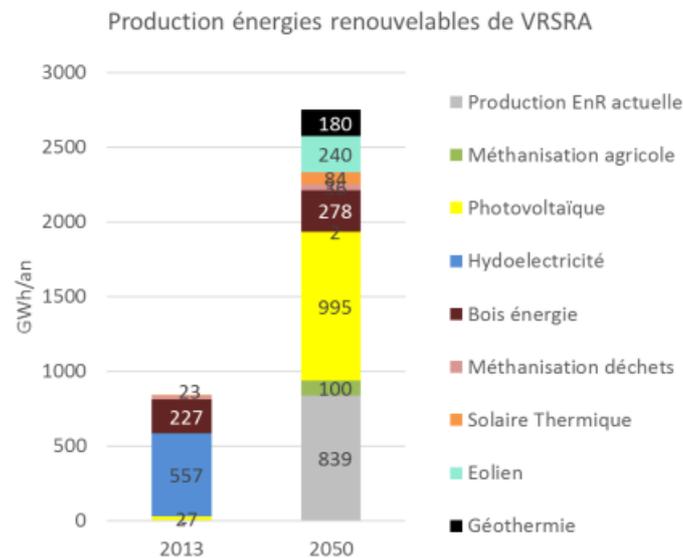


Figure 10 : Production annuelle en 2013 et potentiel 2050 en énergies renouvelables (GWh) sur le territoire de Valence Romans Agglomération

2.4 CONTEXTE CLIMATIQUE ET VULNÉRABILITÉ

On peut noter qu'avec les effets du changement climatique global, les prévisions de climat sur la région sont amenées à évoluer comme suit :

- peu d'évolution des précipitations annuelles, mais des contrastes saisonniers ;
- une poursuite de la diminution du nombre de jours de gel et l'augmentation du nombre de journées chaudes, quel que soit le scénario ;
- un assèchement des sols de plus en plus marqué, en toute saison.

Dans le contexte d'un projet d'aménagement, ces variations climatiques sont à considérer pour les besoins de chauffage et de rafraîchissement. L'indicateur Degrés-Jour (DJ) de **chauffage** évalue la consommation en énergie pour le chauffage, et montre que :

- > En Rhône-Alpes, sur les 10 dernières années, la valeur moyenne annuelle se situe autour de 1 950 DJ.

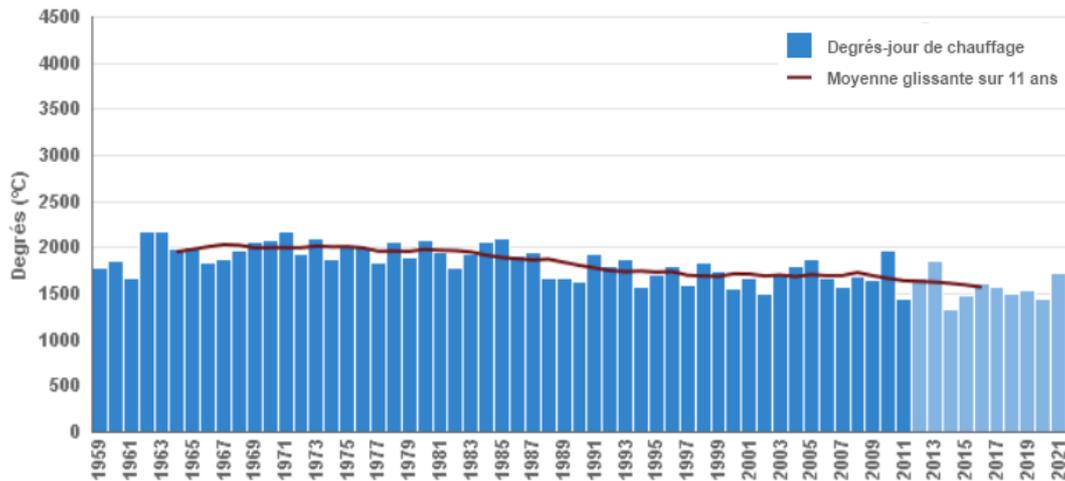


Figure 11 : DJ annuels de chauffage, à Montélimar (Source : Météo France)

- Depuis le début des années 60, la tendance observée montre une diminution d'environ 4 % par décennie. Il existe une forte disparité entre la station d'Ambérieu, au Nord de la région, et celle de Montélimar : 2 250 DJ en 2013 à Ambérieu contre environ 1 700 DJ à Montélimar.

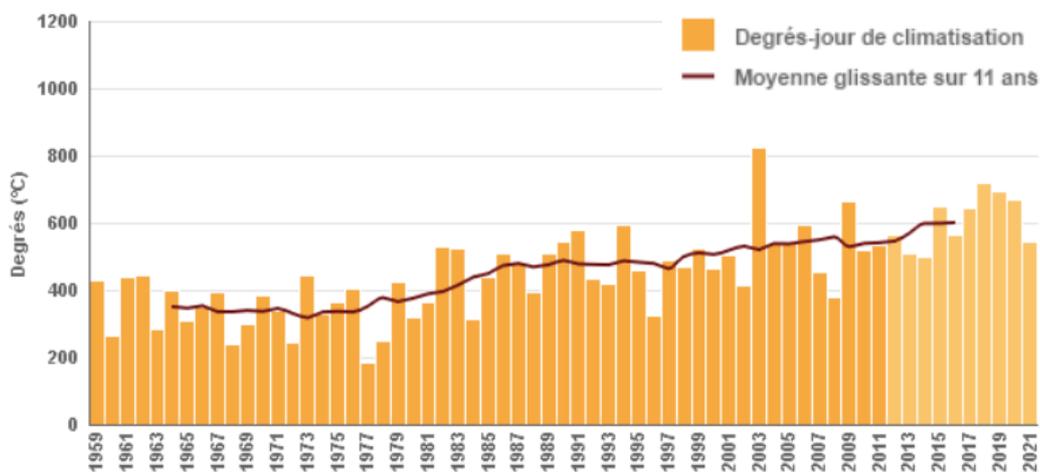


Figure 12 : DJ annuels de climatisation, à Montélimar (Source : Météo France)

À l'inverse, le **Degrés-Jour de climatisation** analyse la consommation énergétique pour le besoin de rafraîchissement :

- les besoins actuels sont de situent autour de 420 DJ sur les 10 dernières années ;
- une augmentation est observée depuis le début des années 1960 avec moyenne d'environ +9 % par décennie sur ces régions.

Une évolution des besoins est donc à prévoir dans les projets d'aménagement, allant vers une diminution du besoin de chauffage contre une augmentation de celui de rafraîchissement.

2.5 GISEMENT D'ÉNERGIES RENOUVELABLES

Sources : PCAET, PLU de Bourg-de-Péage, ORCAE Valence Romans Agglo 2023

Les **principes techniques** de chacune des technologies renouvelables sont présentés en **ANNEXE 2**. Les gisements les plus importants identifiés dans cette phase d'état des lieux feront l'objet d'une **étude de potentiel** lors de l'étape d'opportunité (partie 2) : l'analyse des gisements a pour objectif de distinguer les sources renouvelables les plus pertinentes, à la fois en termes de gisement et d'adéquation avec le projet d'aménagement.

Le climat régional correspond à un climat continental à influences méditerranéennes. Le département de la Drôme présente un climat dit de transition entre le climat lyonnais et provençal.

Les paramètres météorologiques à prendre en compte dans le cadre d'un aménagement sont :

- le vent ;
- l'ensoleillement ;
- dans une moindre mesure, les températures et l'humidité.

2.5.1 SOLEIL

L'ensoleillement influe à la fois sur l'utilisation possible de l'énergie solaire pour la production, le confort thermique des pièces et leur luminosité.

L'énergie solaire est en effet d'abord utilisée **passivement** au sein des bâtiments par la **valorisation des apports solaires gratuits** qui contribuent à la réduction des besoins en chauffage. La valorisation thermique de l'énergie solaire est envisageable sur les opérations, et se traduit notamment dans les niveaux réglementaires visés.

L'énergie solaire peut ensuite être directement valorisée par des systèmes actifs pour la **production de chaleur ou de froid** (solaire thermique) et la **production d'électricité** (solaire photovoltaïque), quels que soient les niveaux de mutualisation retenus.

Une prise en compte de l'ensoleillement et des masques proches ou lointains suivant les saisons et pour chaque orientation est nécessaire si l'on veut concevoir des bâtiments qui profitent des apports solaires l'hiver (agrément pour les usagers, réduction des consommations d'énergie) et s'en protègent l'été (confort d'été).

L'ensoleillement influe sur :

- l'utilisation possible de l'énergie solaire ;
- le confort thermique des pièces ;
- la luminosité des pièces.

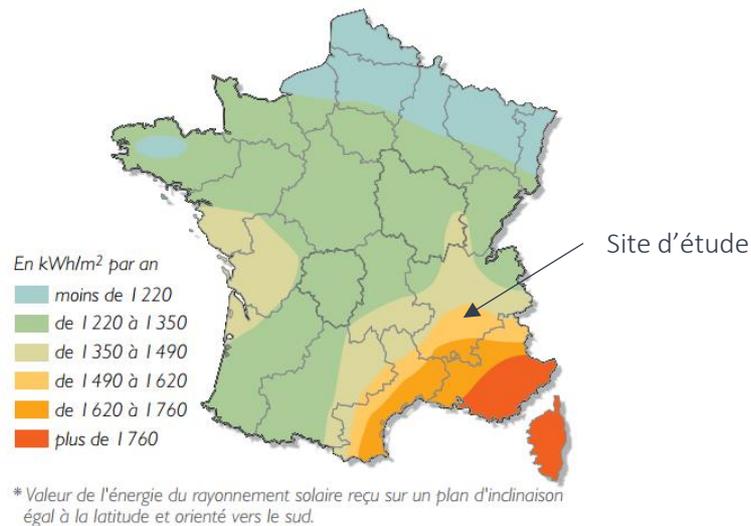


Figure 13 : Carte du gisement solaire en France (source : guide ADEME « Produire de l'électricité grâce à l'énergie solaire », juin 2012)

Un potentiel solaire est exploitable de différentes manières :

- des capteurs solaires thermiques peuvent couvrir une partie des besoins en ECS. Le site du projet est situé en zone climatique H2d, avec une altitude inférieure à 400 mètres ;
- des capteurs solaires photovoltaïques peuvent aussi être utilisés pour couvrir une partie des besoins des bâtiments.

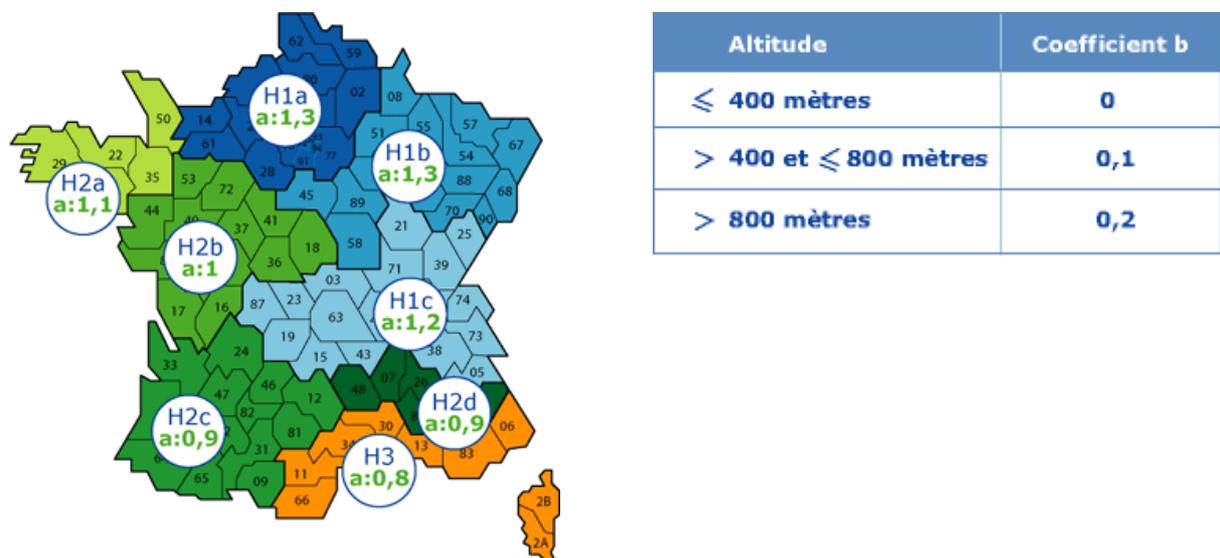


Figure 14 : Coefficients zone climatique et altitude nécessaires au calcul de la consommation en énergie primaire d'une construction

2.5.1.1 État des lieux

Comme le montrent les photographies ci-dessous, le site est exempt de masques proches (tels qu'un bâtiment, de la végétation...), ainsi que de masques lointains (le Vercors étant trop éloigné pour créer un masque sur la parcelle). Il peut ainsi pleinement bénéficier des apports solaires tout au long de la journée.



Orientation Sud-Nord



Orientation Nord-Sud

Figure 15 : Photographies du site (source : étude d'impact, EODD)

Le rayonnement global annuel horizontal est intéressant, il se situe à environ **1 634 kWh/m²**, il provient pour 497 kWh/m² du rayonnement diffus et pour 1 137 kWh/m² du rayonnement direct. Les **moyennes journalières du rayonnement reçu** sur un plan horizontal à la station de Valence-Chabeuil (données les plus proches du site) suivant les différents mois de l'année sont les suivantes :

Irradiation cumulée													
	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
Global (kWh/m ²)	40	60	116	136	178	193	203	176	133	79	46	39	1 634
Diffus (kWh/m ²)	23	28	44	59	66	67	66	59	44	37	25	21	497
Direct (kWh/m ²)	17	32	72	78	112	126	137	117	89	42	21	17	1 137

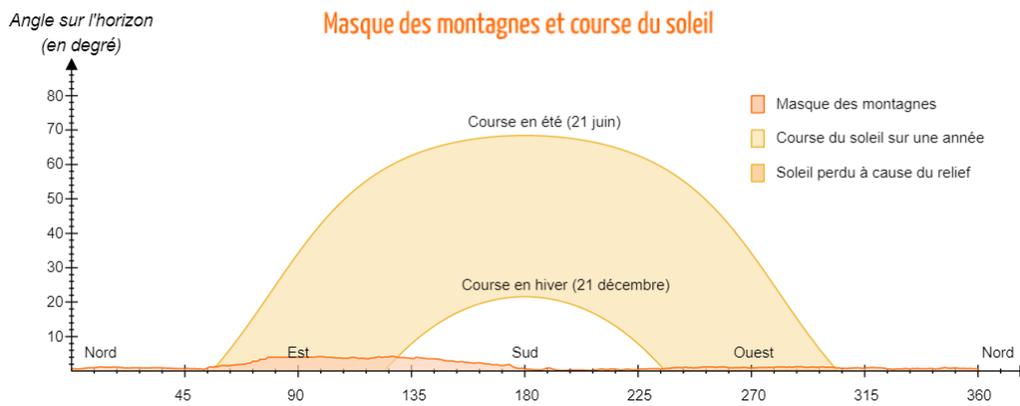
Cumulé sur une saison de chauffe moyenne, estimée d'octobre à avril, le rayonnement global horizontal s'élève à 516 kWh/m², ce qui constitue un potentiel en apports solaires passifs important.

Le ciel est nuageux seulement 19 % du temps, ce qui laisse un très bon potentiel pour l'utilisation passive ou active de l'énergie solaire.

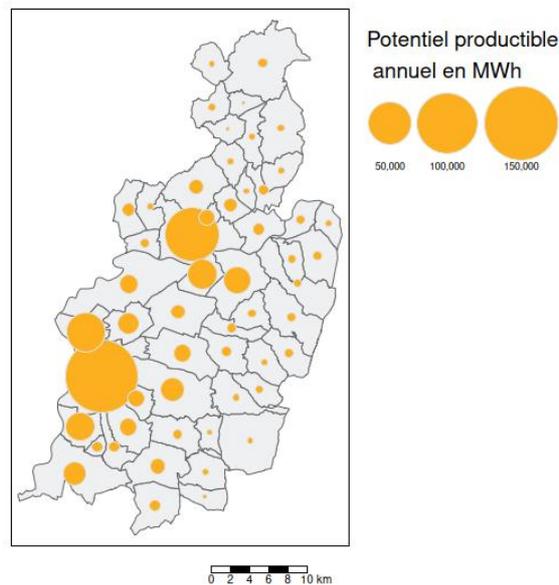
Fréquence mensuelle (%) où le ciel est :													
	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
Ensoleillé	29	44	58	45	53	58	63	64	63	44	34	30	51
Variable	43	32	27	32	26	25	23	23	24	33	39	47	30
Nuageux	28	24	15	23	21	17	14	13	13	23	27	23	19

Le territoire de Valence Romans Agglo dispose d'un gisement solaire non négligeable, d'une production de 1 035 GWh/an pour 846 MW.

D'après l'héliodrom du site du périmètre d'étude (hors prise en compte des bâtiments et arbres), peu voire pas de masques solaires dus au relief lointain sont présents.



D'après l'outil Terristroy, le potentiel solaire thermique de la commune de Bourg-de-Péage s'élève à 24 138 MWh. À l'échelle du département de la Drôme, 63 % du potentiel concerne le résidentiel individuel. À l'instar de l'outil Terristroy, l'Observatoire Régional Climat Air Energie (ORCAE) évalue le potentiel solaire thermique de la commune de Bourg-de-Péage à environ 30 000 MWh :



Selon l'outil Terristroy, le potentiel photovoltaïque de Bourg-de-Péage s'élève à 53 053 MWh. Les surfaces identifiées à l'échelle du département sont principalement partagées entre le bâtiment résidentiel individuel (53 %), le bâtiment résidentiel collectif (13 %) et l'industriel (11 %).

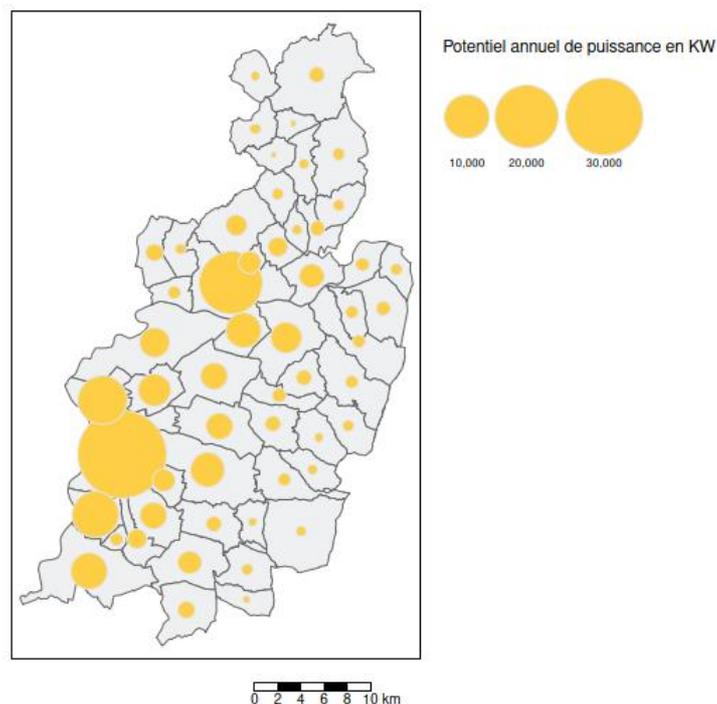


Figure 18 : Potentiel solaire photovoltaïque productible par commune en MWh dans la CA Valence Romans Agglo (source : ORCAE, 2023)

2.5.1.2 Opportunité pour le projet

Les technologies de valorisation de l'énergie solaire portent sur :

- la **production d'électricité**, par des dispositifs photovoltaïques utilisés comme générateurs de courant. Les cellules sont regroupées dans des modules ou panneaux et peuvent être de plusieurs types (silicium cristallin, en couches minces ou à concentration). La configuration peut permettre une autoconsommation et l'injection du surplus au réseau électrique ou le raccordement direct au réseau ;
- la **production de chaleur**, avec des capteurs solaires thermiques recueillant l'énergie et la transmettant à un fluide caloporteur. Celui-ci chauffe l'Eau Chaude Sanitaire (ECS) ou directement des locaux ;
- les **panneaux hybrides** permettent désormais de produire à la fois de la chaleur et de l'électricité. La surface d'exposition nécessaire est ainsi réduite et ils évitent la surchauffe des cellules photovoltaïques qui a tendance à diminuer leur rendement. Ils sont encore peu répandus actuellement.

L'énergie solaire peut être mobilisée à l'échelle du bâtiment sous la forme de panneaux photovoltaïques. Les installations solaires conviennent aux différentes typologies présentes dans le projet : bâtiment de la maison de l'escalade « The Roof » et bâtiment annexe au complexe de loisirs outdoor « Joli Paddock ».

Le potentiel photovoltaïque à l'échelle des bâtiments sont présents sur le site. Il est prévu la construction d'une infrastructure photovoltaïque d'une surface de 3 500 m² sur la partie sud de la parcelle destinée au kart électrique et l'installation de panneaux photovoltaïques sur environ 30 % de la surface de toiture du bâtiment (soit 340 m²) destinée à la salle d'escalade. La mise en œuvre de panneaux photovoltaïques sera donc étudiée en phase suivante.

2.5.2 VENT

L'énergie du vent est valorisable pour sa force cinétique, mais le vent est également à prendre en compte dans les aménagements car il influe sur :

- le confort des espaces extérieurs : des espaces publics, ou encore des cheminements piétons et cycles ;
- le confort des espaces intérieurs : pour l'aération des bâtiments ou pour les courants d'air ;
- les déperditions énergétiques pour les façades exposées au vent du Nord ou de ventilation des espaces de surchauffe ;
- dans une moindre mesure, sur la dispersion des polluants.

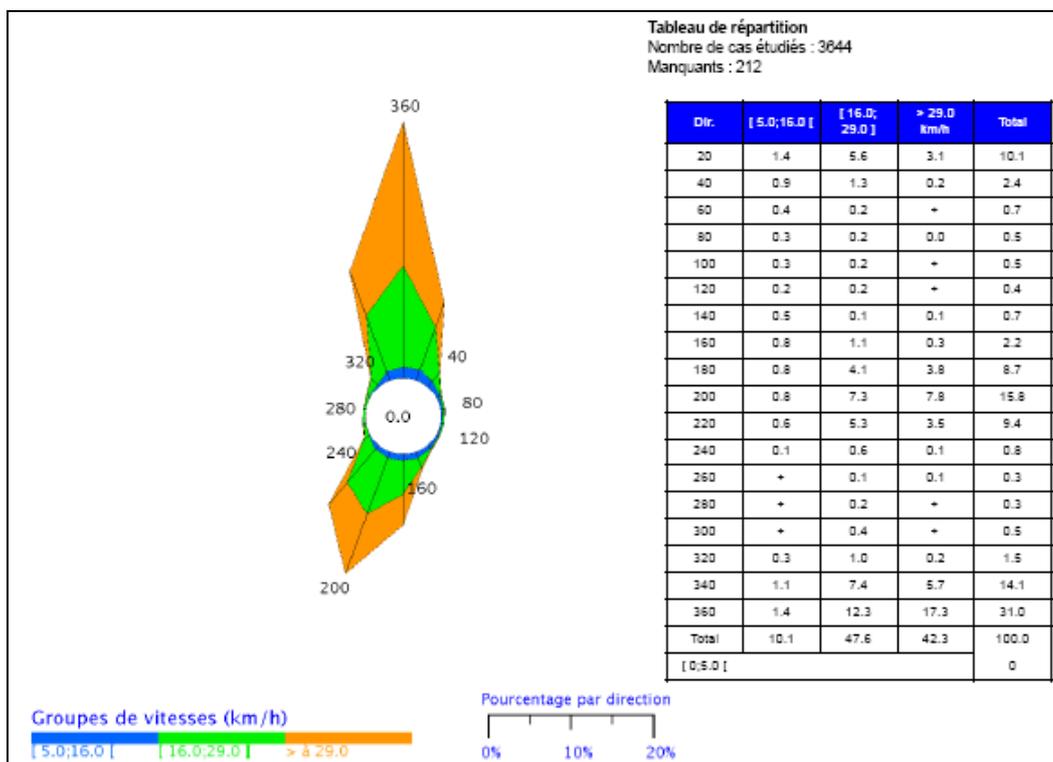


Figure 19 : Rose des vents (station Météo France Valence-Chabeuil)

2.5.2.1 État des lieux

La station de mesure de Météo France la plus proche est celle de Valence-Chabeuil. Les vents dominants viennent du Nord (froids et secs), et dans une moindre mesure du Sud-Ouest (vents plus chauds, annonciateur de précipitations). Les vents forts (supérieur à 29 km/h) représentent près de la moitié des vents mesurés, suivi de très près par les vents moyens (entre 16 et 29 km/h), les vents plus faibles (5 à 16 km/h) ne représentant que 10 % des vents.

Le secteur d'étude présente donc des vents omniprésents et d'intensité moyenne à forte.

Selon les cartes de potentiel éolien de l'ADEME (voir ci-dessous), le secteur se positionne dans la catégorie prairies plates en zone 3, et bénéficie donc d'un gisement éolien qui peut être intéressant, mais qui reste à préciser en fonction des conditions de terrain.

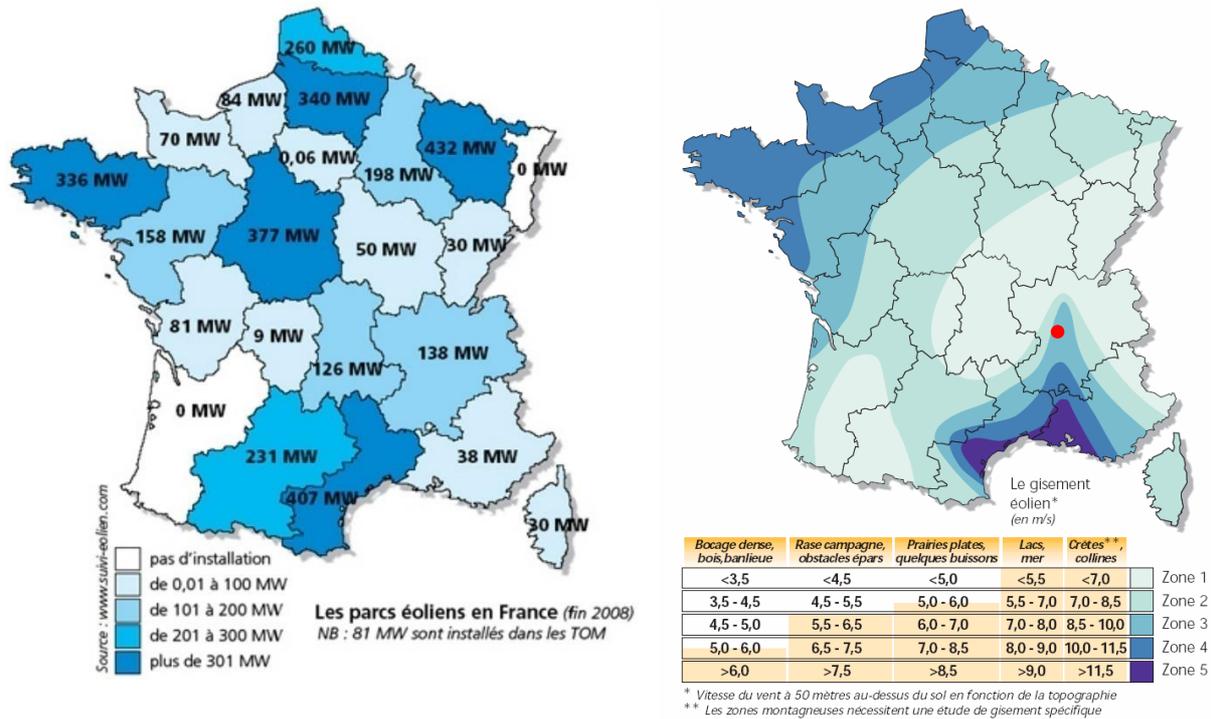


Figure 20 : Carte du gisement éolien en France en MW (source : ADEME)

La région Rhône-Alpes produit quant à elle actuellement une puissance éolienne de 138 MW. On observe notamment le développement d'installation éolienne à l'ouest et au sud de Valence. Selon France Énergie Éolienne, la région Auvergne-Rhône-Alpes comprend 105 installations pour une production de 54 MW.

De plus, le schéma éolien de la Drôme réalisé en 2007, indique que le secteur d'étude dispose d'un gisement favorable compris entre 300 et 400 W/m² :

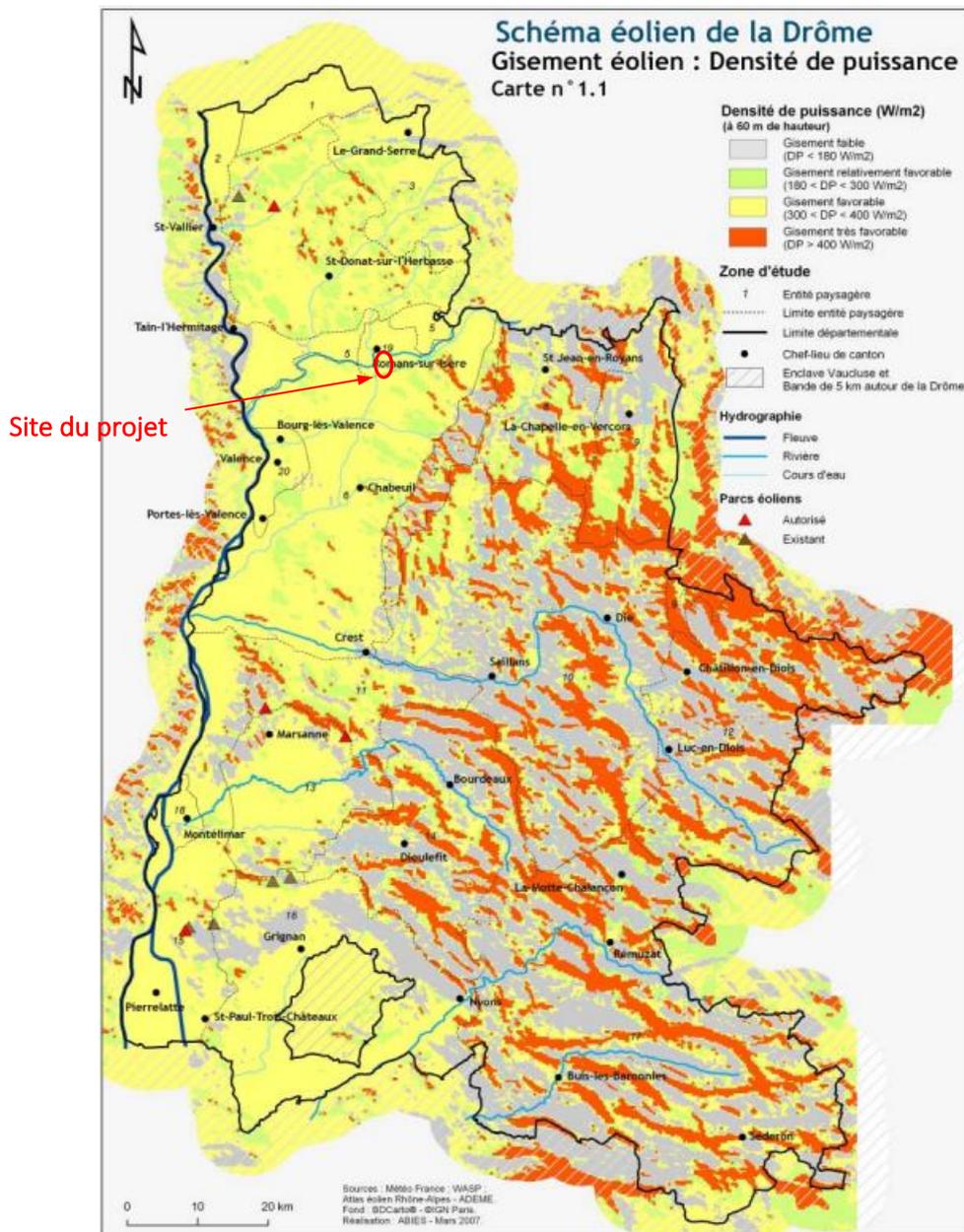


Figure 3 : État du potentiel éolien dans la Drôme

2.5.2.2 Opportunité pour le projet

D'après l'outil Terristroy, le potentiel d'implantation de l'éolien de la commune de Ferney-Voltaire s'élève à 1 396 ha. À l'échelle du département de la Drôme, ce potentiel s'élève à 651 343 ha.

Selon le profil de la Communauté d'Agglomération (CA) de Valence Romans Agglo établi par l'ORCAE, le site d'étude se situe entre une zone à « enjeu fort » c'est-à-dire dans une zone favorable au développement de l'éolien, et une zone « point de vigilance et zone d'exclusion potentielle » qui pourrait potentiellement empêcher l'implantation du fait de la présence de contraintes de voisinage.

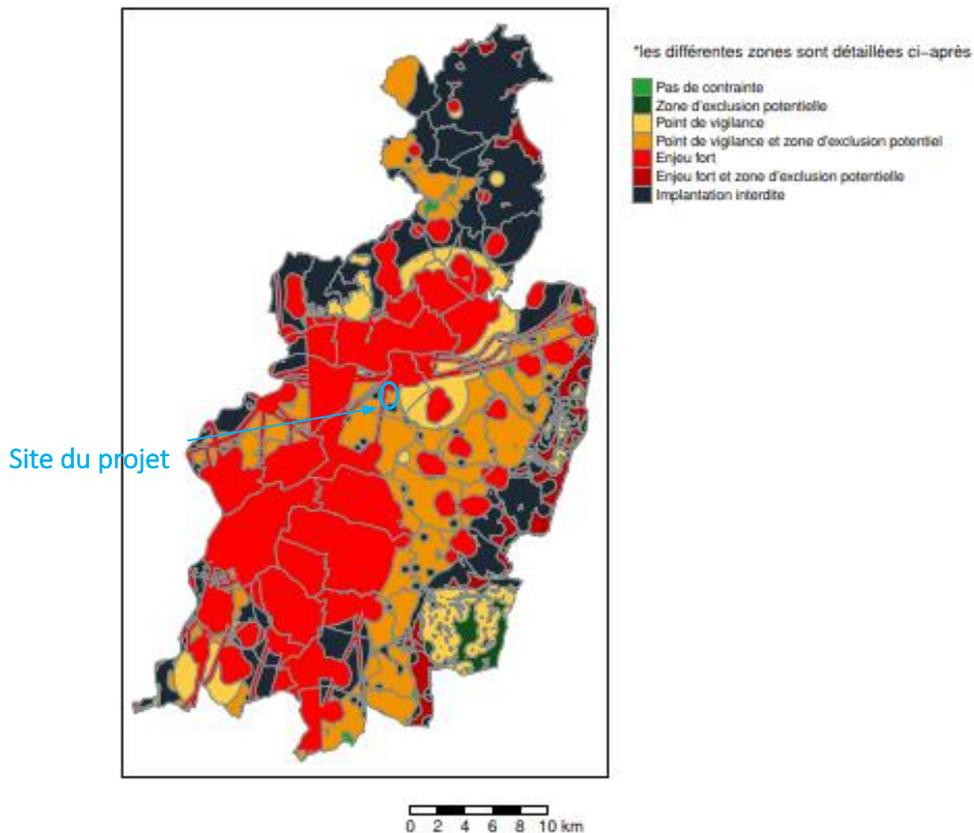


Figure 27 : Zones favorables au développement de l'éolien sur la CA Valence Romans Agglo

- **Grand éolien**

Le gisement éolien du département de la Drôme se classe en zone 3 à l'échelle française.

- **Moyen à micro-éolien**

D'autres installations exploitent le gisement des vents :

- le **micro-éolien** pour les installations d'une puissance inférieure à 1 kW ;
- le **petit éolien** pour les installations allant de 1 à 36 kW ;
- le **moyen éolien** pour les installations de de 36 à 250 kW. Il s'agit d'éoliennes de moins de 35 m de hauteur, raccordées au réseau ou bien en installation autonome en site isolé. Ces éoliennes sont adaptées dans les secteurs ruraux et particulièrement dans les zones non connectées au réseau, sous réserve d'un gisement suffisant. Leur développement ne semble pas adapté au contexte de l'opération d'aménagement étudiée.

Le petit éolien reste une énergie potentielle à l'échelle individuelle. Cependant, elle nécessite des études de vents in-situ afin de garantir sa rentabilité. De plus, les enjeux techniques et économiques actuels ne permettent pas de justifier le déploiement de micro ou petit éolien dans les zones péri-urbaines, comme à Bourg-de-Péage.

L'outil Terristroy propose une analyse du potentiel d'implantation de l'éolien sur le territoire de la CA Valence Romans Agglo. 42 % du territoire est situé dans une zone d'exclusion où l'implantation est interdite et 24 % est situé dans une zone d'exclusion potentielle :

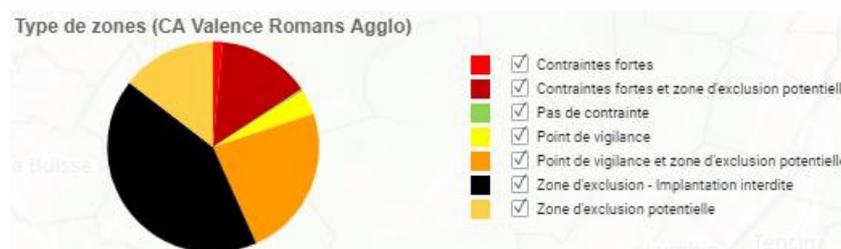


Figure 28 : Types de zones pour l'implantation d'éoliennes (source : auvergnerhonealpes.terristory.fr)

Le gisement éolien sur le secteur d'étude est globalement favorable. Cependant, le territoire comporte des prescriptions d'implantation décrites au sein du document de synthèse du schéma éolien de la Drôme, notamment la prise en compte de l'intégration paysagère des éoliennes et des enjeux environnementaux du site (notamment avifaune). De plus, le site est situé dans une zone d'exclusion potentielle. Le recours à l'énergie éolienne ne semble donc pas comme étant le plus intéressant parmi les sources renouvelables disponibles.

L'exploitation de l'énergie éolienne paraît opportune en première approche pour le projet étant donné que le gisement éolien est favorable sur le secteur. Cependant, les enjeux environnementaux du site et la zone d'exclusion potentielle du site apparaissent comme des contraintes d'implantation. Le potentiel éolien ne sera donc pas étudié en phase suivante.

2.5.3 SOLS

Source : BRGM

La géothermie correspond à l'utilisation de la **chaleur contenue dans l'écorce terrestre** ou **l'inertie thermique du sol** pour produire de l'électricité, du chauffage ou du rafraîchissement.

Plusieurs types de géothermie sont distingués en fonction de la **profondeur** et de la température : très basse, basse, moyenne et haute énergie.

Enfin, la ressource géothermique peut être exploitée directement **dans le sol**, ou bien dans les **nappes et aquifères** (hydrothermie).

Selon des études du Bureau de Recherche Géologiques et Minier (BRGM), la région Auvergne-Rhône-Alpes est une des régions françaises les plus favorables au niveau de son potentiel géothermique profond.

2.5.3.1 Géothermie sur nappe

- **État des lieux**

L'énergie géothermique est l'énergie calorifique stockée sous la surface terrestre. Les caractéristiques hydrogéologiques des sous-sols en droit du site semblent favorables à l'utilisation de la géothermie.

Le site semble favorable sous réserve à la mise en place de sondes géothermiques verticales et il existe également un potentiel géothermique dû à la présence d'une nappe située entre 30 et 100 m de profondeur (source : géothermie-perspectives).

D'après la cartographie interactive du BRGM, la commune de Bourg-de-Péage présente un « **potentiel fort** » de la ressource géothermale de surface sur échangeur ouvert (nappe).

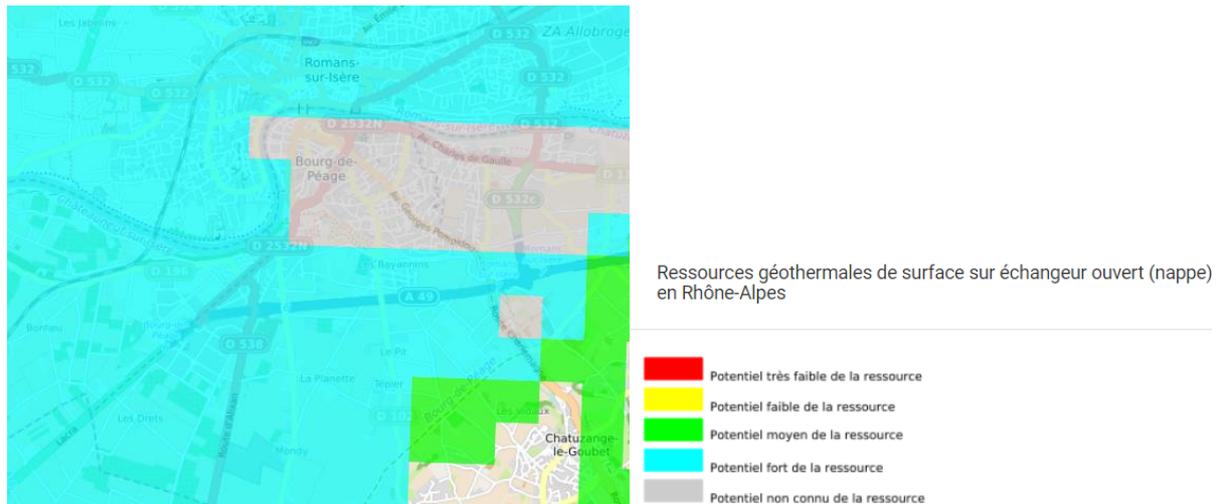


Figure 30 : Ressource géothermique de surface sur échangeur ouvert (nappe) (source : BRGM, geothermies.fr)

Par ailleurs, des exemples d'utilisation de la géothermie existent déjà à proximité, à Romans-sur-Isère et à Bourg-de-Péage (La Citadelle).

- **Opportunité pour le projet**

D'un point de vue technique, des sondages d'essai devraient être menés afin de connaître les éventuels débits et volumes d'eau prélevables dans la nappe, tout en limitant le tarissement de la ressource géothermique, le recyclage thermique ainsi que les risques de relèvement de la nappe.

NB : Les contraintes réglementaires s'appliquant aux projets de géothermie sur aquifère sont dictées par le Code civil, le Code Minier et le Code de l'environnement. Ils indiquent des distances entre les forages et des installations (décharges, stockage d'hydrocarbures, ouvrages d'assainissement...).

2.5.3.2 Géothermie profonde

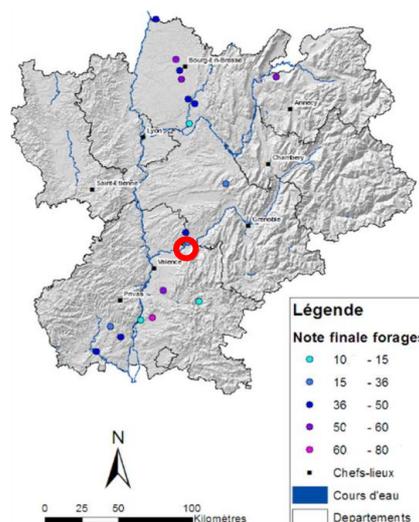


Figure 29 : Localisation des 20 forages au meilleur potentiel (source : Inventaire du potentiel géothermique en région Auvergne-Rhône-Alpes, mars 2012)

D'après l'inventaire du potentiel géothermique en région Auvergne-Rhône-Alpes, la commune voisine de Romans-sur-Isère **comporte un forage à fort potentiel** (note située entre 15 et 36/80) propice à une exploitation de type géothermie profonde.

2.5.3.3 Géothermie superficielle : basse et très basse énergie

La géothermie **basse énergie** se trouve dans des bassins sédimentaires à porosité et perméabilité connus par prospection pétrolière. Elle est souvent utilisée pour le chauffage urbain collectif.

La géothermie **très basse énergie** exploite le sous-sol peu profond, qui est directement influencé par le flux solaire. L'eau peut directement être utilisée pour le chauffage de piscines, serres et bassins ou le chauffage de locaux en ayant recours à des pompes à chaleur sur eau souterraine ou à des sondes géothermiques.

- **État des lieux**

D'après la cartographie interactive du BRGM, la commune de Bourg-de-Péage présente une **ressource de géothermie de surface sur échangeur fermé (sonde) « à priori favorable »**.



Figure 30 : Ressource géothermique de surface sur échangeur fermé (sonde) (source : BRGM, geothermies.fr)

> Techniques de valorisation

La géothermie superficielle peut être exploitée par des PAC sur sol, par deux types d'échangeurs :

- **horizontal** : la profondeur de l'échangeur est faible, mais il couvre par conséquent une surface plus importante. Ce type d'échangeur est davantage approprié aux besoins de l'habitat individuel ;
- **vertical** : l'échangeur a une profondeur de 50 à 200 mètres et peut couvrir les besoins du petit collectif et du tertiaire.

- **Opportunité pour le projet**

L'échangeur de type **vertical serait davantage approprié** aux besoins du projet de quartier d'aménagement de la zone d'activités intercommunale à vocation de loisirs. Cette installation est soumise à déclaration, voire à une demande d'autorisation si la profondeur excède 200 m. L'installation des sondes verticales doit respecter une distance minimale visant à éviter les interactions thermiques et mécaniques avec d'autres éléments comme les canalisations, les ouvrages enterrés, les arbres... En

pratique, les distances usuelles sont les suivantes : 3 mètres avec les constructions, 5 mètres avec les arbres et 8 à 10 mètres avec les autres sondes géothermiques.

Les contraintes techniques des capteurs verticaux portent principalement sur l’emprise foncière nécessaire (espacement de 8 à 10 m au minimum entre les forages et aucun aménagement sur le champ de sonde possible).

Les gisements de géothermie sur nappe semblent tout aussi pertinents que les gisements de géothermie superficielle dans le cadre de l’opération d’aménagement de la zone de loisirs. Concernant la géothermie superficielle, l’exploitation par des capteurs verticaux serait la plus appropriée dans un souci de rapidité de mise en œuvre. Le potentiel géothermique devra être vérifié au cas par cas sur la zone par la réalisation d’études spécifiques dans le cas où cette solution serait retenue sur le secteur de projet. Le potentiel géothermique sera étudié en phase suivante.

2.5.4 BIOMASSE

Sources : ORCAE, Auvergne-Rhône-Alpes Énergie Environnement, Fibois AuRA

Le schéma régional biomasse 2019-2023, approuvé le 29 septembre 2020 concerne les ressources suivantes :

- la biomasse forêt-bois ;
- la biomasse agricole ;
- la biomasse agroalimentaire ;
- les déchets : bio-déchets des ménages et de la restauration, déchets verts, bois en fin de vie, boues de STations d’Epuración (STEP).

Il comprend un rapport d’analyse de la production, de la mobilisation et de la consommation de biomasse et fixe un plan d’actions détaillés dans un document d’orientations. 38 actions prioritaires ont été identifiées pour un objectif de 19,9 TWh de production en 2030, soit une augmentation de 43 % par rapport à 2015.

2.5.4.1 Bois-énergie

La région Auvergne-Rhône-Alpes est couverte à plus de 36 % par des forêts. C’est une des plus grandes régions forestières de France. La valorisation énergétique du bois représente la 2ème source d’énergie renouvelable après l’hydroélectricité dans la région Auvergne-Rhône-Alpes.

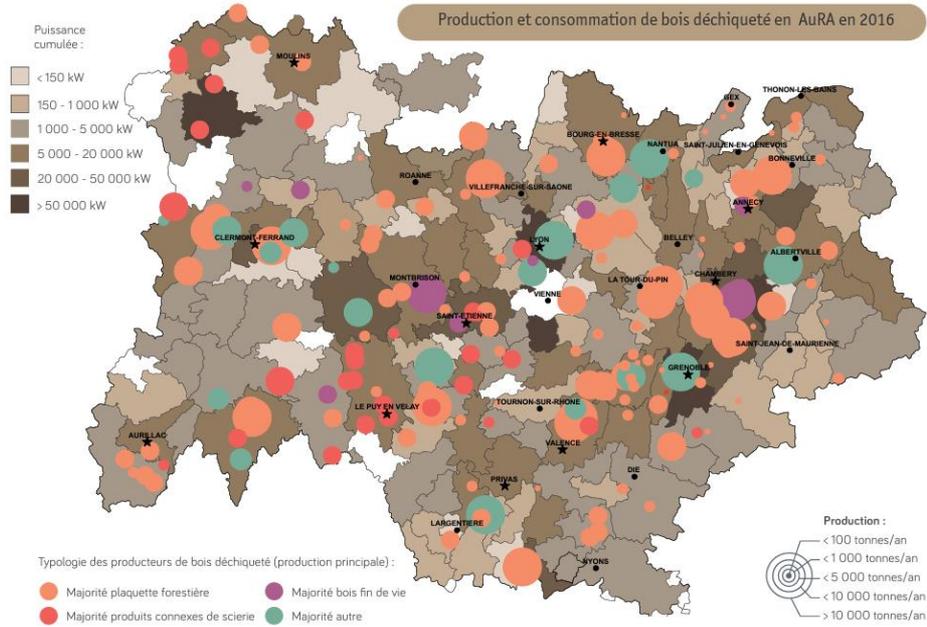


Figure 31 : Production et consommation de bois déchiquetés en Auvergne-Rhône-Alpes en 2016 (source : Fibois AuRA)

La Drôme possède de nombreuses chaufferies collectives et quelques chaufferies industrielles, soit 223 installations de bois énergie au total en 2020, pour une puissance installée de 42 MW.

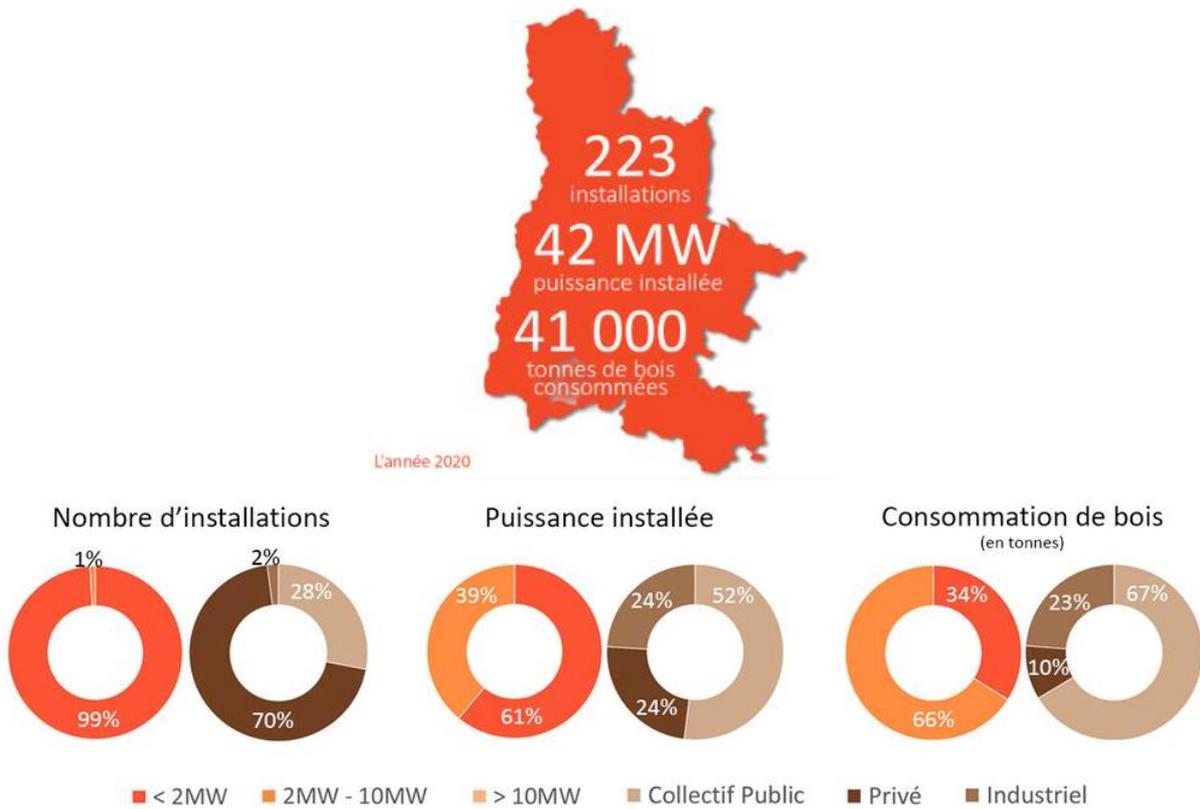


Figure 32 : Portrait de la consommation de bois déchiqueté en Drôme (Source : Fibois Ardèche – Drôme)

Le potentiel de développement est jugé très important dans la Drôme (2^{ème} département le plus boisé de la région), un plan département forêt-bois 2018-2022 a été élaboré afin de promouvoir la compétitivité de la filière bois locale dans le cadre d'une gestion dynamique et durables des forêts du département. Un nouveau plan stratégique pour la filière bois a été voté pour la filière bois pour les cinq prochaines années.

D'après l'analyse du potentiel bois proposé par l'outil Terristiry Auvergne-Rhône-Alpes, le territoire de Valence Romans Agglo présente 20 992 ha de surfaces exploitables, dont 36,65 ha (0.18 %) sur la commune de Bourg-de-Péage. À l'instar de l'outil Terristiry, l'ORCAE estime la surface de forêts exploitables en hectares sur le territoire de la CA Valence Romans Agglo :

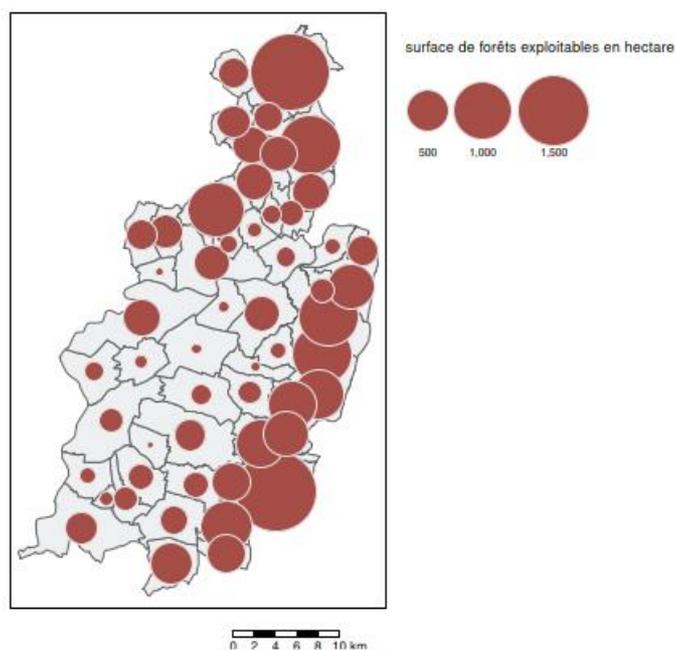


Figure 33 : Estimation de la surface de forêts exploitables en hectares dans la CA Valence Romans Agglo (source : ORCAE, 2023)

Le bois-énergie peut être valorisé :

- **pour la production de chaleur**, par la combustion des différents biocombustibles (granulés, bûches, plaquettes forestières, sciures, copeaux). On distingue trois types de chaudières : chaudière à bûches, chaudière à plaquettes ou à granulés, chaudière polycombustible. Elles permettent de répondre aux besoins thermiques de l'habitat individuel, des secteurs collectifs, tertiaire ou industriel. Le bois-énergie peut ainsi être valorisé à l'échelle du bâtiment, ou à celle du quartier en alimentant une chaufferie collective ;
- **sous la forme de chaleur et d'électricité**, en ayant recours à des chaudières vapeur/turbine. Le rendement électrique est cependant très faible, mais sa valeur marchande rend cette technologie intéressante.

Le bois-énergie apparaît comme une source d'énergie adaptée au contexte local, par sa proximité et son exploitabilité. Cependant, au regard de la destination du projet d'aménagement ne nécessitant pas de besoins de chauffage conséquents et de l'emprise foncière nécessaire à la mise en œuvre d'une telle exploitation, son utilisation ne sera pas étudiée en phase suivante.

2.5.5 MÉTHANISATION : BIOGAZ ET COGÉNÉRATION

La méthanisation est un processus de décomposition de matières putrescibles par des bactéries qui agissent en l'absence d'air. On nomme ce processus de décomposition « fermentation anaérobie ».

Ce procédé permet de générer une énergie renouvelable, du biogaz qui comporte entre autres du méthane (CH₄, dans des proportions de 50 % à 70 %, du dioxyde de carbone (CO₂) ainsi que du compost (un « digestat » utilisé comme fertilisant).

Le gisement méthanisable comprend à la fois des effluents issus de l'élevage, des pailles de céréales, les déchets verts communaux et autres déchets produits par la collectivité (huiles alimentaires, fraction fermentescible des ordures ménagères, papier et carton).

Un centre de valorisation des déchets agricoles et agro-alimentaires a été autorisée par arrêté préfectoral en 2012 au titre du régime des installations classées pour la protection de l'environnement à proximité du site d'étude, situé au sein de l'extension sud de la zone industrielle, à l'ouest de la RD538 sur la commune voisine de Romans-sur-Isère. Malgré la contestation des opposants au projet, les premiers travaux de l'unité de méthanisation « Bioteppes » ont débutés en juillet 2022.

Les projets de méthanisation ne se font pas à l'échelle d'un aménagement, mais sur un périmètre beaucoup plus large ou sur des sites spécifiques (industrie agro-alimentaire, STEP, exploitations agricoles). En effet, la station de traitement des eaux usées de Mauboule à Valence qui traite les eaux usées de sept communes a été modernisée en 2021 pour accueillir depuis août 2022, une nouvelle unité de méthanisation qui valorise les boues en biogaz sur la commune de Valence.

Selon l'outil Terristory et l'ORCAE, le potentiel de méthanisation productible sur la commune de Bourg-de-Péage s'élève à 1 360 MWh :

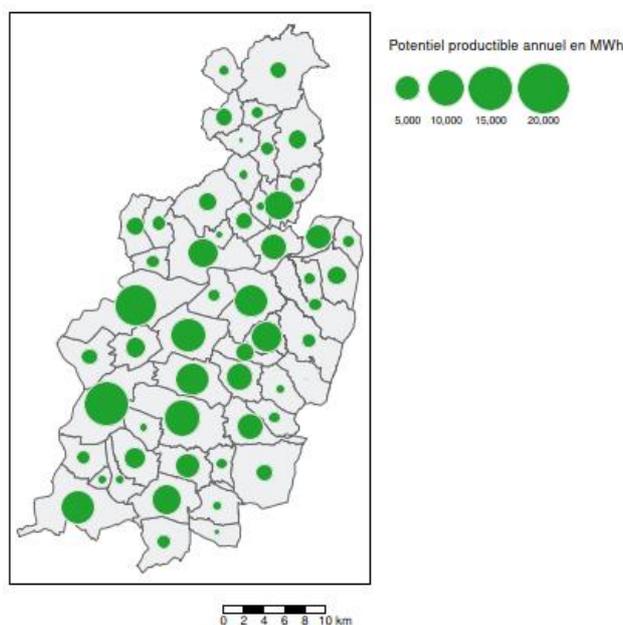


Figure 34 : Potentiel de méthanisation productible par commune en MWh dans la CA de Valence Romans Agglo (source : ORCAE, 2022)

La combustion du biogaz produit :

- **de la chaleur**, par une chaudière à combustion directe générant de la chaleur directement utilisable sur site. Le biogaz peut aussi être transporté par des canalisations vers une utilisation finale sous forme de gaz ou de chaleur. Une seconde valorisation du biogaz consiste à l'épurer et l'enrichir en biométhane afin de l'injecter dans le réseau de gaz pour des utilisations de chauffage, ECS et cuisson ;
- **de la chaleur et de l'électricité** par des moteurs à cogénération ;
- **de l'électricité** avec des turbines à gaz brûlant le biogaz.

Les contraintes d'implantation sont importantes (distance entre les digesteurs et les habitations occupées par des tiers supérieure ou égale à 50 mètres en particulier). La filière se heurte également à la rentabilité de petites unités de proximité dans un contexte où le prix du foncier est important.

Les installations de méthanisation sont classées au titre de la protection de l'environnement et une demande de déclaration ou d'autorisation d'exploiter peut nécessiter une instruction de 10 à 15 mois.

Le gisement lié aux déchets du site n'est pas jugé très important. Il pourrait être valorisé sous la forme de biogaz ou pour la production d'électricité, par la cogénération. Toutefois, au regard de la complexité de la mise en œuvre d'une telle exploitation et de l'emprise foncière nécessaire, cette solution n'apparaît pas pertinente pour l'opération.

2.5.6 ÉNERGIES DE RÉCUPÉRATION

2.5.6.1 Industrie

L'énergie fatale industrielle peut être valorisée de façon externe, pour répondre aux besoins voisins. Les Installations Classées Protection de l'Environnement (ICPE) sont les installations les plus susceptibles d'être des sources potentielles de chaleur fatale, en raison de leur utilisation de procédés énergivores. La commune de Bourg-de-Péage ne comporte aucune ICPE, la plus proche se situe sur la commune voisine de Romans-sur-Isère, à environ 7 km au Nord-Est du site d'étude.

Le potentiel énergétique lié à la récupération de chaleur fatale d'une industrie sur le secteur apparaît nul. Il ne sera pas étudié en phase suivante.

2.5.6.2 Data Centers

D'après la carte France-datacenter.fr, les data centers français les plus proche du périmètre d'étude sont situés autour de la métropole de Lyon à environ 115 km au Nord-Ouest. L'intérêt de récupération de chaleur de ces datacenters semble impossible au vu de la distance avec le site d'étude.

Le potentiel énergétique lié à la récupération de chaleur fatale de datas centers apparaît nul. Il ne sera pas étudié en phase suivante.

2.5.6.3 Usines d'incinération et STEP

D'autres potentiels de récupération d'énergie existent, comme les usines d'incinération et STEP.

L'utilisation de la chaleur des eaux épurées en amont du rejet vers le milieu naturel est basée sur la même technique que celle décrite pour les eaux usées. La récupération sur les réseaux d'assainissement collectif est envisageable à partir d'une canalisation regroupant un bassin de versant de 10 000 équivalent-habitants environ, ce qui peut permettre de récupérer une puissance thermique d'environ 200 kW.

Les boues de l'agglomération sont valorisées sous forme de compost ou incinérées sur site avec valorisation énergétique. Il existe deux unités d'incinération sur les STEP de Romans-sur-Isère et de Valence. La station d'épuration de Romans-sur-Isère est située à environ 7,5 km au Nord-Ouest du périmètre d'étude. Elle représente une des trois plus importantes STEP du territoire avec un débit moyen sur la conduite de refoulement de 600 m³/h.

Le potentiel énergétique lié à la récupération de STEP apparaît intéressant. Toutefois, au regard de la complexité de la mise en œuvre d'une telle exploitation et de l'emprise foncière nécessaire, cette solution n'apparaît pas pertinente pour l'opération, il ne sera pas étudié en phase suivante pour le projet.

2.5.6.4 Eaux usées

Les eaux qui s'évacuent des bâtiments ont été préalablement chauffées pour les usages domestiques ou industriels. La température de celles-ci, qui oscille entre 10 et 20°C tout au long de l'année, en fait une **source de chaleur** en hiver et une **source de refroidissement** en été. Plusieurs valorisations sont possibles, aux échelles suivantes :

- **individuelle** : un échangeur peut être installé en sortie des appareils sanitaires (douches, éviers) pour préchauffer l'eau froide du mitigeur ;
- **bâtiment** : un échangeur est positionné au pied du bâtiment et collecte les calories sur le réseau d'eaux usées produites au sein du bâtiment. Sans PAC, ce dispositif permet de répondre aux besoins en ECS d'un ensemble de bâtiments. L'ajout d'une PAC, vers laquelle sont conduites les calories, permet d'élever ou d'abaisser la température de l'eau, chauffant ou refroidissant ainsi les bâtiments ;
- **îlot ou quartier** : un échangeur est placé dans le collecteur du réseau d'assainissement. Il peut être installé dans la canalisation neuve dans le cas de la création du réseau, ou ajouté en partie basse des canalisations existantes.

La température de la source diminue au fur et à mesure que l'échelle grandit, mais la dépendance à la consommation en eau est d'autant moins forte que le nombre d'habitants raccordés augmente.

Le réseau d'assainissement existant sur le secteur est de type collectif. La programmation prévue n'engendre pas de besoins importants en ECS, et par conséquent des rejets d'eaux usées importants. Il n'est donc pas pertinent de mobiliser cette ressource pour subvenir à une partie des besoins du projet.

Le potentiel énergétique lié à la récupération de chaleur fatale sur le réseau d'assainissement sur le secteur n'apparaît pas comme pertinent pour l'opération d'aménagement. Il ne sera pas étudié en phase suivante.

2.5.7 RÉSEAUX ÉNERGÉTIQUES

Sources : Valence Romans Agglo, GRDF

2.5.7.1 Réseau électrique

Le territoire est desservi par les réseaux d'électricité. D'après l'open data réseaux-énergies, la CA Valence Romans Agglo a consommé 1 377 GWh d'électricité en 2020.

2.5.7.2 Réseau gazier

La commune de Bourg-de-Péage est desservie en gaz naturel par le distributeur GRDF (Gaz Réseau Distribution France). Le site est desservi par une canalisation souterraine :

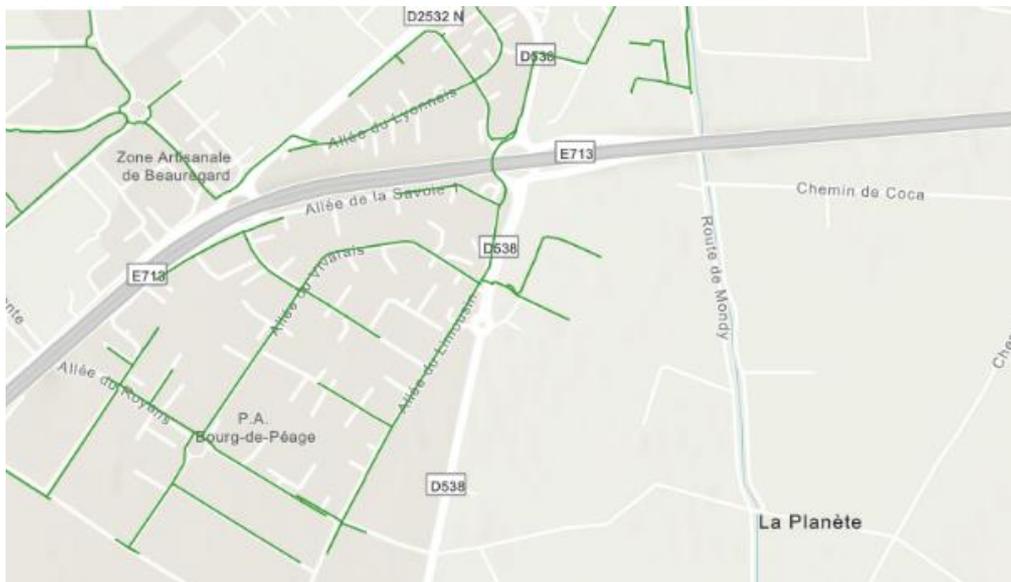


Figure 35 : Cartographie du réseau de gaz exploité par GRDF au droit du site d'étude (source : GRDF)

Notons qu'à la différence des Réseaux de Chaleur Urbains (RCU), les réseaux de gaz n'ont pas d'objectif de taux d'EnR ni de taux de CO₂. Il ne s'agit donc pas d'une source d'EnR&R à privilégier.

Le réseau de gaz existant dessert le site d'étude. Le raccordement de la zone d'activités à vocation de loisirs est possible et sera étudié en phase suivante.

2.5.7.3 Réseau de chaleur ou de froid

Un réseau de chaleur est un réseau de distribution à l'échelle d'un quartier ou d'un territoire. Il peut autant être alimenté d'énergie renouvelables ou de récupération que d'énergie fossile. L'opportunité de raccordement à un réseau existant ou de création d'un nouveau réseau doit alors être étudiée.

Aucun réseau de chaleur et de froid n'est actuellement déployé sur le territoire de Bourg-de-Péage. Le plus proche se situe à Valence, à environ 16 km au Sud-Ouest du périmètre d'étude.

L'éloignement du réseau de chaleur situé à Valence ne permet pas un raccordement pour le projet d'aménagement.

2.5.8 SYNTHÈSE DES GISEMENTS

Cette synthèse présente les sources renouvelables et de récupération **présentant les gisements les plus pertinents** dans le cadre du projet d'aménagement de la zone d'activités à vocation de loisirs.

Les gisements absents sur le périmètre d'étude ou sans possibilité de mobilisation seront exclus de l'étude de potentiel, tandis que les sources d'énergie identifiées feront l'objet d'une analyse plus précise, en lien avec les besoins du programme.

Ressource	Échelle	Couverture des besoins				Technique privilégiée	
		Chaud	Froid	ECS	Élec.		
Soleil	Équipements			X	X	Panneaux photovoltaïques	
Vent	Non pertinent pour le projet						
Sols	Équipements	X		X		Géothermie superficielle avec capteurs verticaux (sondes)	
Bois-énergie	Non pertinent pour le projet						
Méthanisation	Non pertinent pour le projet						
Énergies fatales	Industrie	Non pertinent pour le projet					
	Eaux usées	Non pertinent pour le projet					
	Data Centers	Non pertinent pour le projet					
	STEP et incinération	Non pertinent pour le projet					
Réseau gazier	Équipements	X		X		Raccordement au réseau de gaz	
Réseau de chaleur	Non pertinent pour le projet						

Tableau 2 : Synthèse des gisements étudiés au regard du projet

3 PARTIE 2 : ESTIMATIONS DES BESOINS

3.1 DONNÉES D'ENTRÉE

Comme précisé précédemment, seule la phase 1 fait l'objet d'aménagement et la partie sud de cette dernière n'offre pas d'aménagement à l'heure actuelle. Le plan ci-dessous illustre le découpage des lots.



Figure 4 : Programme d'aménagement de la zone de loisir – phase 1 (source : Valence Romans agglo)

Deux projets sont prévus à l'heure actuelle :

- le projet de **complexe de loisirs multi-activité outdoor** : « *Joli Paddock* » (encadré rouge sur le plan ci-dessus) ;
- le **complexe de d'escalade** : « *the Roof* » (encadré bleu sur le plan ci-dessus).

L'évaluation des besoins énergétiques du projet d'aménagement est basée sur le programme de constructions neuves prévisionnel suivant :

- 20 015 m² destinées à accueillir un kart électrique ;
- 525 m² destinées à accueillir une infrastructure légère à proximité des pistes de karting ;
- 2 497 m² pour accueillir un bâtiment dédié à accueillir la maison de l'escalade « *The Roof* ».

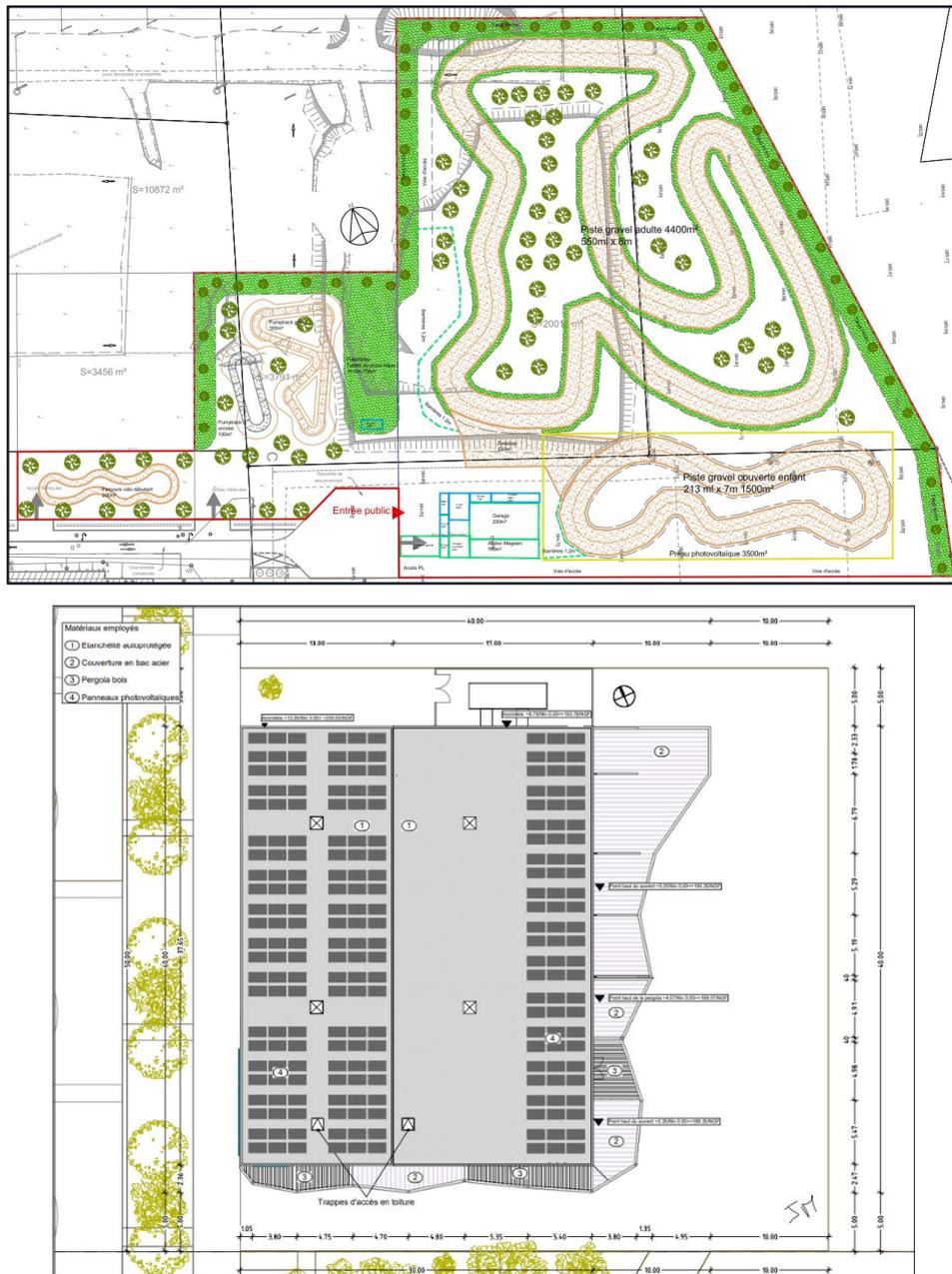


Figure 36 : le programme du projet (sources : Atelier MV, mars 2023 ; BEAUR novembre 2022)

L'hypothèse de ce programme constitue la donnée d'entrée pour établir des ordres de grandeurs et d'orientations préalables d'une stratégie d'approvisionnement énergétique du projet d'aménagement d'une zone d'activités à vocation de loisirs.

3.2 SYNTHÈSE DES BESOINS

3.2.1 PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

Le niveau de performance énergétique des bâtiments détermine leurs consommations futures. Ils ont été estimés en suivant la Réglementation Environnementale 2020.

3.2.2 BESOINS ÉNERGÉTIQUES PAR POSTE ET TYPOLOGIE DE BÂTIMENT

Ces besoins ont été décomposés pour les six usages réglementaires : chauffage, ECS, froid, éclairage, auxiliaires et usages immobiliers ; auxquels a été ajoutée l'électricité spécifique.

NB : Les besoins des usages immobiliers sont compris dans l'électricité spécifique.

L'énergie utile correspond à l'énergie restituée à la sortie du système, c'est-à-dire celle dont bénéficie l'utilisateur.

Les besoins par poste et par typologie détaillés ci-dessous ont été estimés au regard des retours d'expérience d'EODD :

TYPOLOGIE	Chauffage	ECS	Froid	Éclairage	Auxiliaires	Électricité spécifique
	kWhEU/m ² .an					
Kart électrique	0	0	0	0	0	40
Salle d'escalade	20	15	0	12	0	10
Autres tertiaires (infrastructure légère)	10	5	0	5	0	5

Tableau 2 : Besoins énergétiques par poste et par typologie (Énergie Utile)

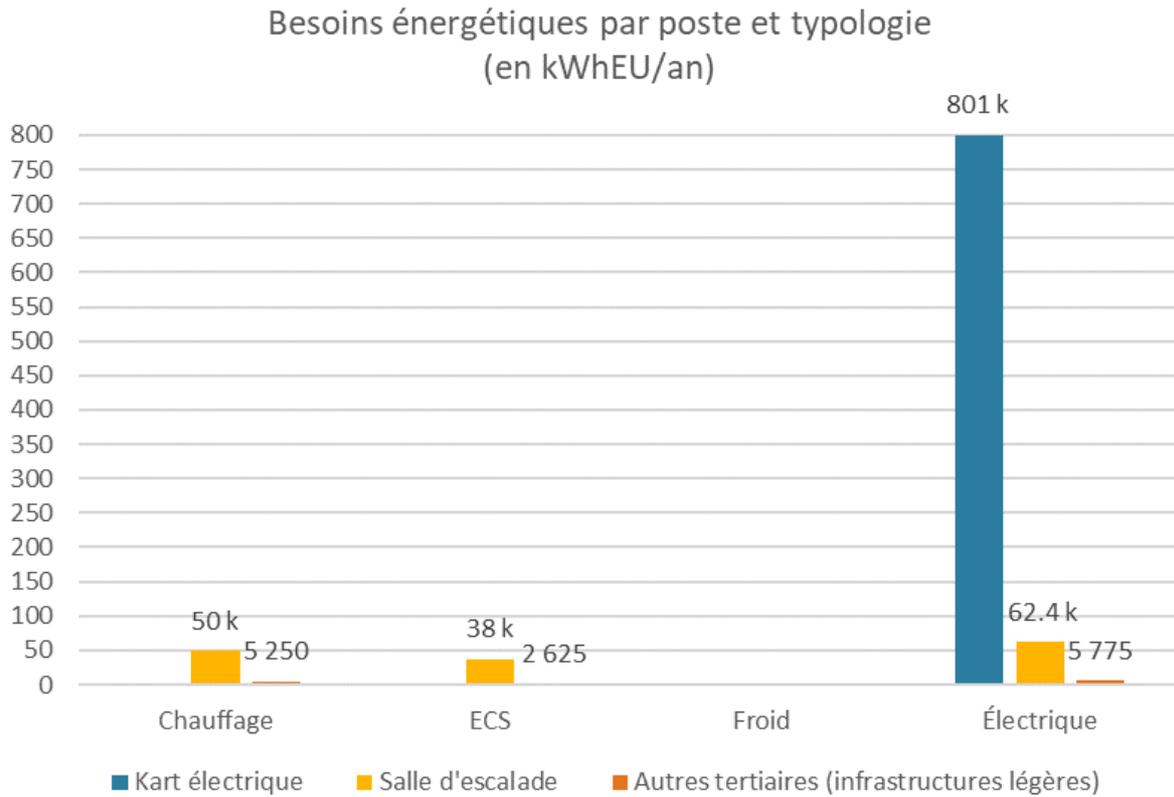


Figure 37 : Besoins énergétiques par poste et typologie (Énergie Utile)

Répartition des besoins par poste, toutes typologies confondues (kWhEU/an)

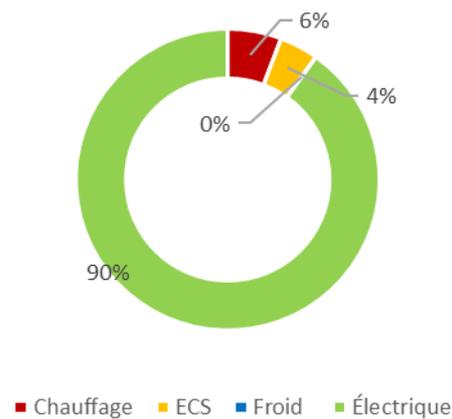


Figure 38 : Répartition des besoins par poste (Énergie Utile) – toutes typologies confondues

Les **besoins électriques sont les plus importants (90 %)** en lien avec la programmation du kart électrique, suivis des besoins en chauffage (6 %). Les besoins d'ECS représentent une part moins importante (4 %), toujours en lien avec la programmation. Il n'y a aucun besoin de froid.

3.2.3 PUISSANCES NÉCESSAIRES

Les puissances nécessaires interviennent dans le dimensionnement des installations pour répondre aux besoins calculés.

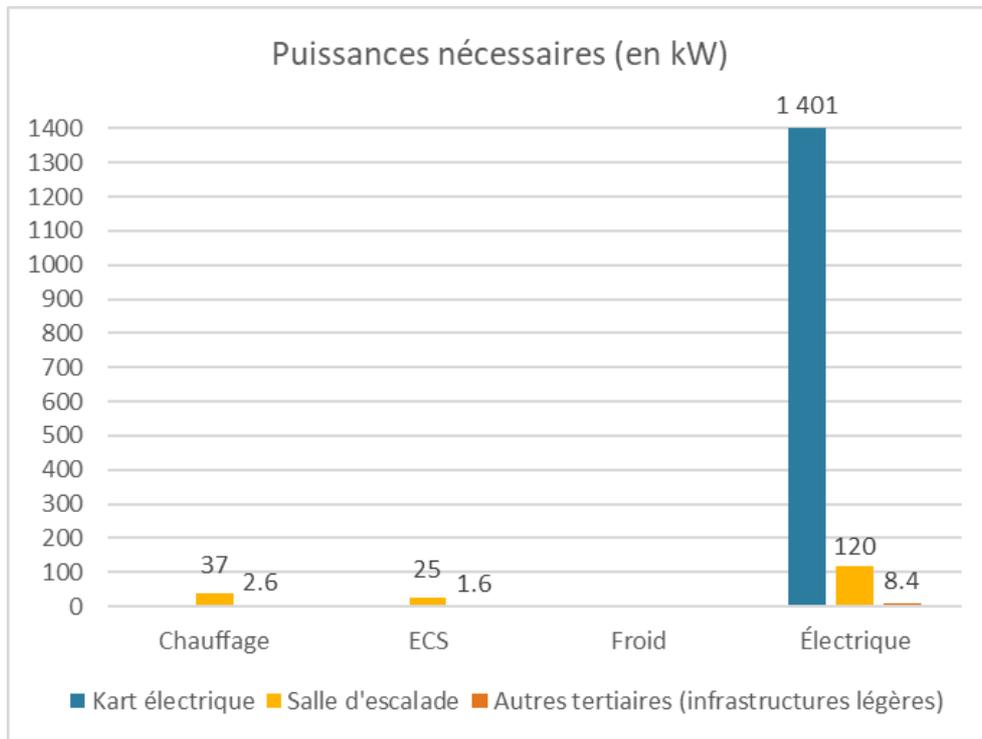


Figure 39 : Répartition des puissances nécessaires par poste et par typologie

Les puissances nécessaires par poste et par typologie représentées sur le graphique précédent et détaillées ci-dessous ont été estimées au regard des retours d'expérience d'EODD :

TYPOLOGIE	Chauffage	ECS	Froid	Éclairage	Auxiliaires	Électricité spécifique
	W/m ²					
Kart électrique	0	0	0	0	0	70
Salle d'escalade	15	10	0	10	8	30
Autres tertiaires (infrastructure légère)	5	3	0	3	3	10

Tableau 3 : Puissances nécessaires considérées par poste et par typologie

Les calculs et résultats présentés sont basés sur des hypothèses de programmation susceptibles d'évoluer. Ainsi, les besoins énergétiques et puissances présentés ne doivent pas être réutilisés tels quels en dehors de cette étude et sont à considérer avec précaution.

4 PARTIE 3 : CONSTRUCTION DES SCÉNARIOS

4.1 MUTUALISATION ÉNERGÉTIQUE

La qualité et la pérennité de l’approvisionnement en énergie thermique et électrique à l’échelle d’un projet d’aménagement n’implique pas seulement le choix du bouquet énergétique, mais aussi le choix du degré de mutualisation des moyens de production.

La **mutualisation des moyens de production thermique** revêt de nombreux avantages :

- **environnemental** : la mutualisation des moyens de production est le meilleur moyen de mobiliser massivement les énergies renouvelables. En effet, à l’échelle d’un local ou d’un petit bâtiment, les coûts et les contraintes d’intégration générés sont souvent rédhibitoires à la mise en place d’une chaufferie bois ou à la valorisation de la géothermie profonde ou sur aquifère ;
- **social** : la production d’énergie renouvelable garantit une meilleure stabilité des prix pour l’usager qui n’est pas laissé à la merci d’une hausse importante probable des prix des énergies fossiles dans les prochaines années ;
- **économique** pour l’usager, qui ne gère que la distribution secondaire ;
- **technique** : la réduction du nombre de générateurs implique une réduction des contraintes d’entretien et de maintenance, et favorise la pérennité des performances dans le temps et la continuité de fonctionnement. Toutefois, le rendement d’une solution mutualisée est sensiblement identique à une solution individualisée.

En premier lieu, le degré maximum de mutualisation doit donc être favorisé. Selon les contraintes techniques, économiques et temporelles, les degrés inférieurs sont étudiés.

4.1.1 ÉCHELLE DU PROJET

Il s’agit du **niveau de mutualisation maximal**, se traduisant, par exemple pour les besoins thermiques, par un système de PAC sur nappe géothermique alimentant la quasi-totalité des bâtiments. À cette échelle, un très large panel d’énergies est valorisable et il est possible de combiner la production de chaleur à une production d’électricité (cogénération).

Le degré d’évolutivité est élevé : une transition énergétique s’effectue uniquement par modification de la chaufferie centrale. Les besoins en maintenance sont réduits et assurés de façon centralisée par un même exploitant qualifié.

4.1.2 ÉCHELLE DU BÂTIMENT

Ce dernier niveau de mutualisation correspond à la mise en œuvre d’un système de production pour chaque bâtiment. Les puissances requises sont bien plus faibles et les besoins de maintenance plus importants en raison du nombre de générateurs sur site.

Le niveau de mutualisation retenu pour les besoins thermiques est donc prioritairement :

- > l’échelle du projet si la pertinence de l’utilisation de la géothermie est avérée ;
- > à défaut, l’échelle du bâtiment.

4.2 SÉLECTION DES OPPORTUNITÉS

4.2.1 SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Les panneaux solaires photovoltaïque produisent de l’électricité par une transformation d’une partie du rayonnement solaire au moyen d’une cellule photovoltaïque.

L'électricité produite peut être utilisée en autoconsommation individuelle ou collective, avec réinjection du surplus dans le réseau, ou en réinjection en intégralité dans le réseau.

Le tarif de rachat est actualisé chaque trimestre et dépend de la puissance installée, du type d'intégration au bâti et de la revente en totalité ou non de l'électricité produite. L'arrêté tarifaire relatif aux installations d'une puissance inférieure à 100 kWc :

- fixe les tarifs d'achat de l'électricité photovoltaïque en vente totale pour un contrat de 20 ans ;
- instaure une prime à l'investissement pour les installations en autoconsommation avec vente de surplus.
- **Encombrement**

Les panneaux photovoltaïques devront être implantés en priorité en toiture selon une inclinaison et une orientation répondant à la fois à des enjeux de rendement et d'intégration. Il faut prévoir suffisamment d'espacement entre les panneaux, selon leur inclinaison, pour ne pas générer d'ombres portées d'un panneau sur l'autre. Un local technique intégrant les onduleurs, les éventuelles batteries et un compteur sera à prévoir (au plus proche de la production).

- **Maintenance et durée de vie**

Les constructeurs garantissent une production des panneaux solaires photovoltaïques de l'ordre de 80 % de la puissance nominale, sur une durée de 20 à 25 ans. Cela signifie qu'après 20 à 25 ans d'utilisation, les panneaux solaires photovoltaïques produiront encore au moins 80 % de leur puissance initiale (dans des conditions de fonctionnement et d'entretien correctes).

Les onduleurs sont garantis 5 ans par les fabricants (durée de vie 10 ans).

Une vérification régulière des indications fournies par l'onduleur permet de s'assurer du bon fonctionnement de l'installation. Un entretien régulier des panneaux est nécessaire pour conserver un bon niveau de rendement. Un contrôle annuel de l'installation est à prévoir.

Le solaire photovoltaïque est retenu pour les scénarios énergétiques.

4.2.2 GÉOTHERMIE SUR SONDES

La ressource géothermique du sol peut être mise à profit par l'installation de pompes à chaleur. Elles prélèvent l'énergie thermique dans le sol ou l'eau de la nappe afin d'apporter des calories à un réseau de chaleur ou un bâtiment.

L'avantage principal de ce type de géothermie est la maximisation du Coefficient de performance (COP) de la pompe à chaleur : contrairement à une PAC air/eau dont le COP chute fortement en hiver quand les températures deviennent négatives, les PAC sur sol bénéficient d'une source dont la température est stable au cours de l'année.

- **Dimensionnement et emplacement**

Une étude de dimensionnement sera nécessaire pour déterminer le nombre de forages, le diamètre des tubes et forages pour chaque puit et le débit de réinjection.

Les canalisations reliant les puits peuvent être enterrées dans des tranchées longeant les voiries, tout en passant par un local technique où se trouve la pompe à chaleur. Celui-ci devra également accueillir les différents raccordements hydrauliques et électriques, une armoire électrique nécessaire au fonctionnement de la pompe et des filtres positionnés en amont de la pompe et de l'échangeur.

Chaque puit nécessite une chambre de forage hors-sol d'une surface d'environ 3 m² en bloc de béton. La chambre ne peut être enterrée en fonction de la profondeur de la nappe.

De plus, ce genre d'installation nécessite des conditions d'accessibilité particulières. Les têtes de forage doivent être accessibles par un engin de levage de manière à faciliter la manutention, diminuer les durées d'interventions et donc les coûts de prestation.

Enfin, au moment de la construction des puits, l'emprise du chantier nécessaire est comprise entre 250 et 300 m² pour chaque puit. L'accès aux zones forées doit permettre le passage d'un camion transportant la foreuse et d'un second transportant le reste du matériel.

Le gisement de la géothermie sur nappe est important et les parcelles du site ne sont à priori pas contraintes par la programmation. Cependant, l'exploitation de la géothermie sur nappe nécessite la création d'un réseau de chaleur à l'échelle du quartier et nécessite une étude approfondie du sol et de ses possibilités d'exploitation. L'exploitation de la géothermie sur sondes sera donc privilégiée et cette solution sera intégrée dans les scénarios.

4.3 PROPOSITION DE SCÉNARIOS ÉNERGÉTIQUES

Les scénarios énergétiques sont construits de manière à répondre aux différents besoins de chauffage, d'ECS et d'électricité du projet de la zone d'activités à vocation de loisirs. La production photovoltaïque a été ajoutée pour les typologies correspondantes au kart électrique et à la salle d'escalade, répondant ainsi aux besoins électriques prévus par le projet.

4.3.1 SCÉNARIO A : CHAUDIÈRE GAZ ET PV

Le scénario de référence met en œuvre des **chaudières gaz** pour la salle d'escalade et l'infrastructure légère. Une production d'électricité par des **panneaux photovoltaïque** est proposée pour le kart électrique et la salle d'escalade :

- > Salle d'escalade : 30 % de la surface de toiture de la salle d'escalade prévu, soit 339 m² de PV installés, pour une puissance de 48 kWc et une production de 47 965 kWh/an ;
- > Karting électrique : 3 500 m² de PV prévu, pour une puissance de 490 kWc et une production de 493 758 kWh/an.

4.3.2 SCÉNARIO B : PAC SUR SONDES GÉOTHERMIQUE ET PV

Le scénario B **maximise le recours à la géothermie sur sondes**, pour tous les usages de chaleur et d'ECS. Comme pour le scénario A, une production d'électricité par des **panneaux photovoltaïque** est proposée pour le kart électrique et la salle d'escalade :

- > Salle d'escalade : 30 % de la surface de toiture de la salle d'escalade prévu, soit 339 m² de PV installés, pour une puissance de 48 kWc et une production de 47 965 kWh/an ;
- > Kart électrique : 3 500 m² de PV prévu, pour une puissance de 490 kWc et une production de 493 758 kWh/an.

4.3.3 SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ÉNERGÉTIQUES

TYPOLOGIE		Scénario A	Scénario B
Kart électrique	Électricité	Solaire photovoltaïque : préau de la piste gravel couverte enfant	Solaire photovoltaïque : préau de la piste gravel couverte enfant
Salle d'escalade	Chaud ECS	Réseau gaz	PAC sur sondes géothermiques
	Électricité	Solaire photovoltaïque : toiture de la salle	Solaire photovoltaïque : toiture de la

		d'escalade	salle d'escalade
Autres tertiaires (infrastructure légère)	Chaud	Réseau gaz	PAC sur sondes géothermiques
	ECS		
	Électricité	Réseau électrique	Réseau électrique

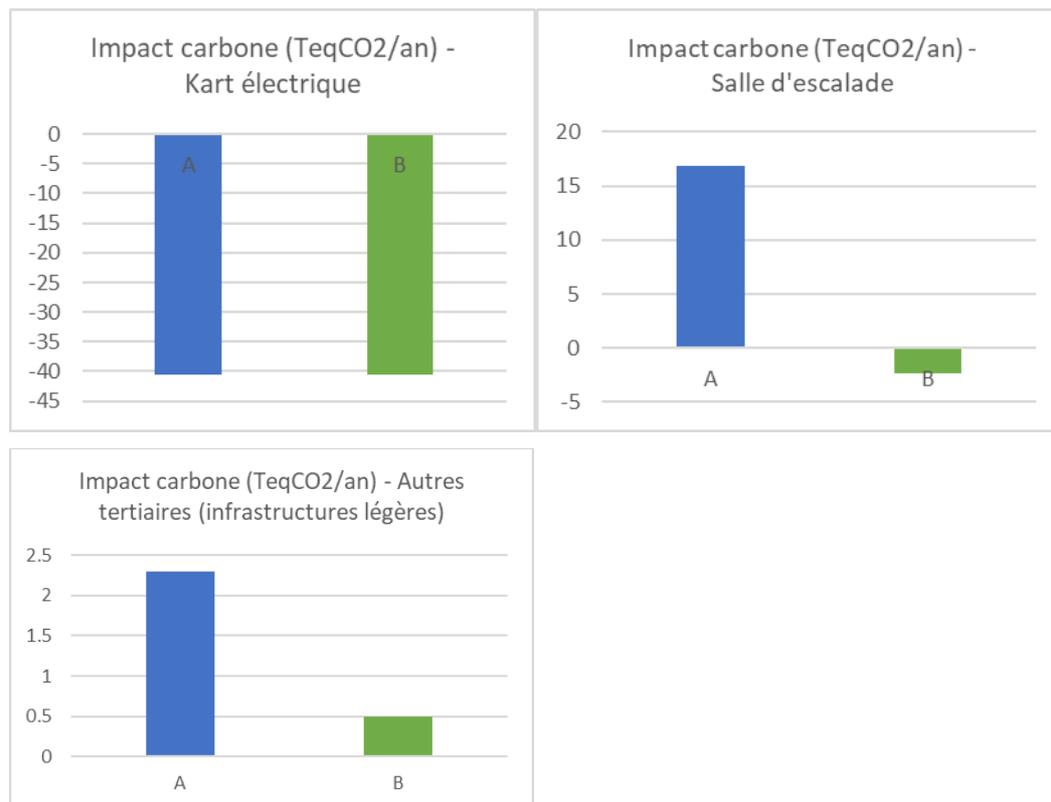
Tableau 4 : Synthèse des scénarios énergétiques par typologie (source : EODD, 2023)

5 PARTIE 4 : ANALYSE DES SCÉNARIOS

L'analyse comparative des deux scénarios se base sur une approche environnementale basée sur l'analyse des critères d'impact carbone, d'énergie primaire non renouvelable et d'énergies renouvelables et de récupération.

5.1 APPROCHE ENVIRONNEMENTALE

5.1.1 IMPACT CARBONE

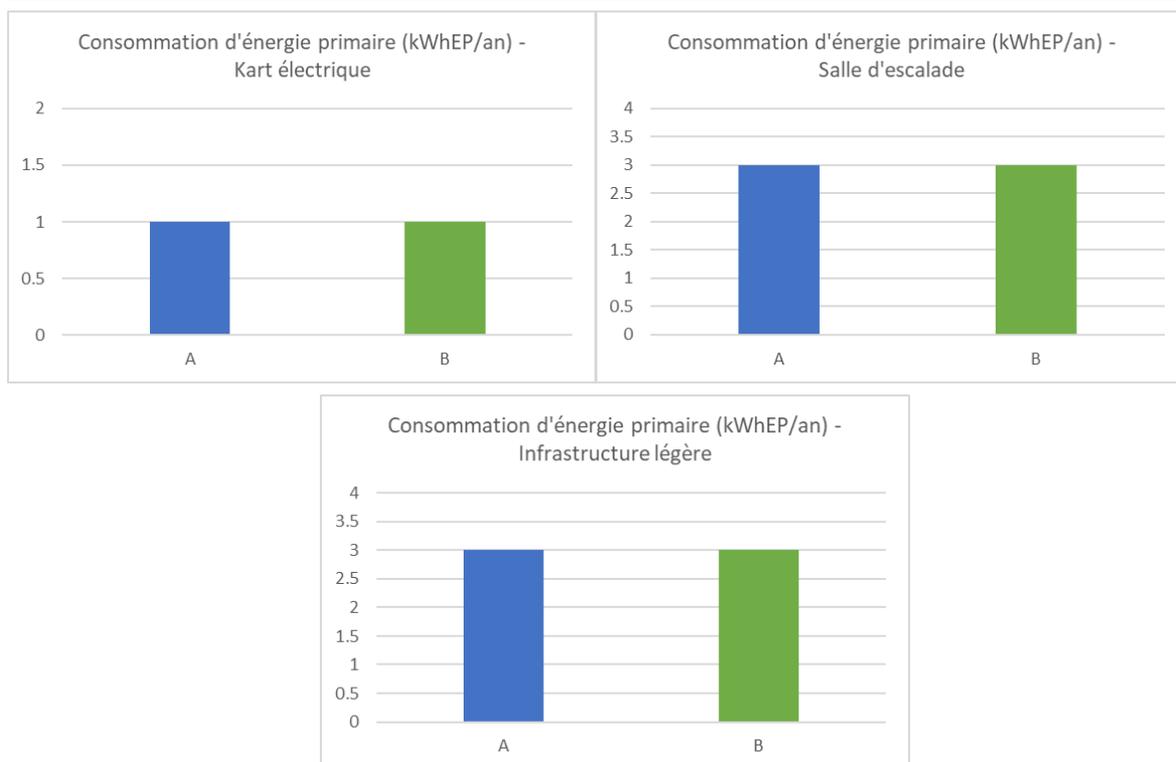


- > Le **scénario B** présente le plus faible impact carbone en raison du recours à la géothermie pour la couverture des besoins thermiques notamment.
- > Le **scénario A** présente un impact plus important que le scénario B, en raison du raccordement au réseau de gaz qui présente un impact carbone plus important que le recours à la géothermie.
- > Pour **les deux scénarios**, la production électrique par le photovoltaïque pour le kart électrique rend les émissions négatives. Concernant la salle d'escalade, la production électrique rend les émissions générées par le chauffage, l'ECS et le froid négatives uniquement pour le scénario B.

5.1.2 ÉNERGIE PRIMAIRE NON RENOUVELABLE

L'énergie primaire correspond à l'énergie au stade brut, sans aucune conversion. Elle exclut ainsi les pertes de transformation, de transport, de distribution et du système choisi pour le chauffage par exemple.

Une partie des coefficients de transformation utilisés sont ceux définis par la RE2020 (coefficient énergie primaire non renouvelable). *Pour mémoire : 2,3 pour l'électricité.* Les autres coefficients de transformation utilisés ont été considérés pour la PAC sur sondes géothermique.



- > Les deux scénarios présentent les mêmes résultats pour toutes les typologies considérées. En effet, les deux scénarios ont recours au même vecteur énergétique et/ou électrique pour chaque typologie.

5.1.3 PART D'ÉNERGIES RENOUVELABLES ET DE RÉCUPÉRATION

TYPOLOGIE		Scénario A	Scénario B
Kart électrique	Électrique	100 %	100 %
	Thermique	0 %	75 %
Salle d'escalade	Électrique	100 %	100 %
	Thermique	0 %	75 %
Autres tertiaires (infrastructure légère)	Thermique	0 %	75 %
	Électrique	0 %	0 %

Tableau 5 : Taux d'énergies renouvelables et de récupération des deux scénarios par typologie

5.2 SYNTHÈSE MULTICRITÈRES

Scénario	Environnement	Contraintes techniques
A	Impact carbone : plus élevé que l'autre scénario par le recours au réseau de gaz	Occupation : local technique à prévoir pour la chaufferie gaz Raccordement : dépendance au gaz pour les besoins thermiques
	Énergie primaire : même consommation d'énergie primaire que pour le scénario B	
	Recours aux EnR : nul pour les besoins thermiques	
B	Impact carbone : réduit par le recours au chauffage et à l'ECS au travers de PAC pour sondes géothermique	Occupation : locaux techniques importants à prévoir pour les PAC sur sondes géothermiques dans les bâtiments Raccordement : dépendance à l'électricité pour les besoins thermiques Réalisation : étude de sol spécifique à effectuer pour la géothermie (sondages d'essai à mener afin de connaître les éventuels débits et volumes d'eau prélevables dans la nappe)
	Énergie primaire : même consommation d'énergie primaire que pour le scénario A	
	Recours aux EnR : important pour les besoins thermiques	

Le scénario A pour des raisons environnementales est le moins vertueux. D'un point de vue environnemental, le scénario B est le plus vertueux. Cependant, il est plus contraignant d'un point de vue technique. De plus, la mise en œuvre du principe énergétique de géothermie sur sondes nécessite des études amont.

Notons que pour les deux projets, à savoir la salle d'escalade et le karting, les demandes d'urbanisme sont respectivement déjà instruites et en cours. Ainsi, les principes énergétiques sont déjà définis dans le cadre de ces deux projets. Toutefois, cette étude EnR&R permet d'amener la réflexion sur les principes d'énergies renouvelables à prendre en compte lors des futurs lots à aménager. L'arbre de décision suivant illustre d'ailleurs les différentes étapes conseillées afin de mener une stratégie énergétique sur un projet :

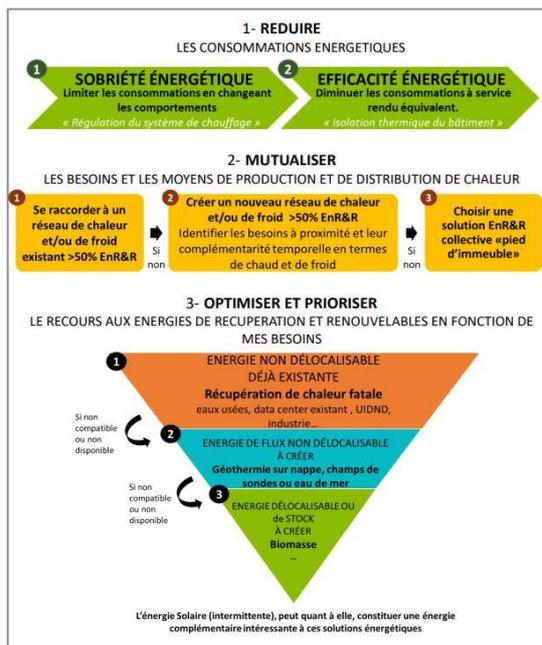


Figure 40 : Arbre de décision de diminution des consommations énergétiques (source : ADEME)

ANNEXE 1 : IMPACT CARBONE

	Donnée	Source
Électricité	0.079 kgeqCO2/kWh	RE2020

ANNEXE 2 : FICHES DE PRÉSENTATION DES TECHNOLOGIES ENR&R

1. SOLAIRE

A. ÉNERGIE PRIMAIRE

L'ensoleillement du territoire constitue le gisement brut des filières solaires thermique et photovoltaïque. Cette donnée sert de base au calcul du productible des installations solaires.

En France, la puissance solaire maximale incidente est de l'ordre de 1 000 W/m².

B. TECHNOLOGIES DE VALORISATION

L'énergie solaire dite active regroupe sa forme thermique (production d'eau chaude) et photovoltaïque (production d'électricité). Présente et disponible partout, elle nécessite des installations pour sa conversion en énergie secondaire : en **chaleur** ou en **électricité**.

Production d'électricité

Les dispositifs photovoltaïques sont utilisés comme générateurs de courant et basés sur la conversion du rayonnement solaire. Il existe plusieurs familles de cellules photovoltaïques. Ces cellules sont généralement regroupées dans des modules ou panneaux photovoltaïques.

- **Cellules en silicium cristallin**

Élaborées à partir de silicium formé d'un seul cristal ou de plusieurs cristaux : cellules monocristallines ou multicristallines.

Rendements proches de 15% pour le multicristallin et proche de 20 % pour le monocristallin.

- **Cellules en couches minces**

Fabriquées en déposant une ou plusieurs couches semi-conductrices et photosensibles sur un support de verre, de plastique, d'acier, ... Les plus répandues sont en silicium amorphe. Des polymères organiques peuvent également être utilisés.

Coûts de fabrication moindres et rendement de l'ordre de 5 à 13 %.

- **Cellules à concentration**

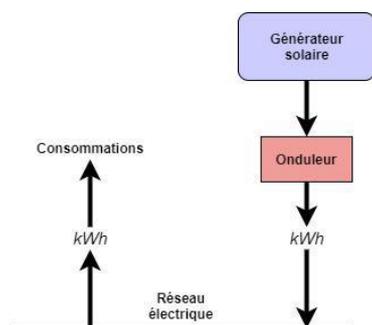
Permettent d'augmenter la puissance des cellules photovoltaïques en concentrant sur elles la lumière du soleil grâce à un miroir parabolique, cylindro-parabolique, ou une lentille de Fresnel. Les cellules doivent être placées sur un support mobile afin de rester positionnées face au soleil.

Technologie qui permet d'envisager des rendements proches de 30 %. Dispositif complexe, délicat et coûteux qui ne peut être installé que dans des grands parcs solaires.

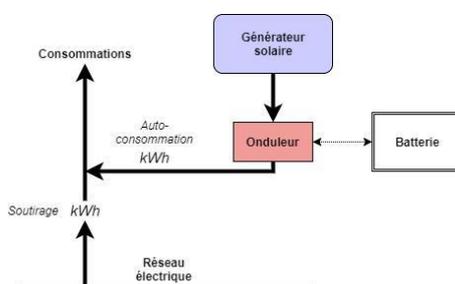


Différentes configurations existent :

- Raccordement direct au réseau électrique



- Auto-consommation de l'électricité avec possibilité de soutirage ou bien d'injection de surplus au réseau électrique



Production de chaleur

Des capteurs solaires thermiques peuvent recueillir l'énergie solaire et la transmettre à un fluide caloporteur afin de produire de l'eau chaude sanitaire (ECS) ou bien pour chauffer directement des locaux. Le fluide caloporteur est généralement de l'eau (pour le chauffage ou ECS) ou de l'air (ventilé dans les bâtiments pour le chauffage).

Le taux de couverture moyen des besoins annuels en ECS est proche de 50% et nécessite donc un appoint par une autre énergie pour couvrir les besoins restants.

- Capteurs plans non vitrés

Ils forment un réseau de tubes plastiques noirs où circule le fluide caloporteur. Cette technologie est essentiellement utilisée pour le chauffage des piscines en été.



- Capteurs plans vitrés

Un circuit en serpentin dans lequel circule le fluide caloporteur est placé derrière une vitre.



- Capteurs à tubes sous vide

Le principe est le même que pour les capteurs plans vitrés, cependant l'isolation des tubes où circule le fluide caloporteur est simplement assurée par un autre tube dans lequel est fait le vide.

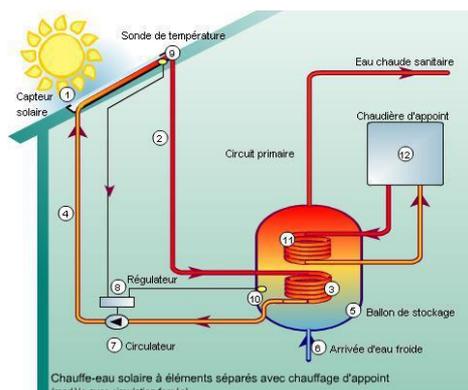


Applications des techniques d'exploitation de l'énergie solaire

- Chauffe-eau solaire

Les capteurs plans absorbent le rayonnement solaire. La chaleur emmagasinée est transportée par un fluide caloporteur (en général un mélange eau et antigel) au sein du circuit primaire. Puis, un échangeur thermique permet au fluide caloporteur du circuit primaire de transmettre son énergie thermique à l'eau sanitaire contenue dans un ballon appartenant à un circuit secondaire isolé. Le liquide caloporteur du circuit primaire se refroidit ainsi et repart vers les capteurs solaires.

L'eau chauffée dans le ballon est utilisée pour répondre aux besoins d'ECS puis remplacée par l'eau froide du réseau.



Source : ECO infos Energies Renouvelables

- Plancher solaire

Le principe d'extraction de l'énergie thermique contenue dans le rayonnement solaire est le même que pour le chauffe-eau. Le fluide caloporteur ainsi chauffé est directement envoyé dans un réseau de tubes positionné dans le sol du bâtiment.

- Rafraîchissement solaire

Il est possible d'utiliser le rayonnement solaire pour rafraîchir les bâtiments grâce à une machine à absorption.

C. CONTRAINTES ET OPPORTUNITÉS

Règlementaire

La **filière solaire est soutenue** depuis plusieurs années par les différents plans de développement des énergies renouvelables à l'échelle nationale comme à l'échelle régionale.

Avant la création des nouvelles régions, le **Schéma Régional Climat Air Energie** (SRCAE) de la région Rhône-Alpes en date de 2014 prônait déjà l'amélioration de l'image du solaire thermique et photovoltaïque avec la mise en place de régimes d'aides spécifiques, de mesures d'incitation dans les PLU et les SCoT.

Le **Plan Climat Air Énergie Territorial** (PCAET) de la Métropole de Lyon soumis à concertation en février 2019 indique clairement un objectif d'augmentation de la production d'EnR locales (passage de 7% des besoins énergétiques couverts à 17% en 2030). La Métropole affiche également une volonté d'accroître l'installation de panneaux photovoltaïques en toiture qui se prêtent bien **contexte urbain de l'agglomération** ainsi qu'à **l'appropriation citoyenne** (centrales citoyennes, autoconsommation collective...).

L'installation d'un dispositif photovoltaïque est soumise à plusieurs réglementations (code de l'urbanisme, de la construction, de l'environnement, droit électrique...). Il convient donc de vérifier la conformité des installations projeté vis-à-vis de ces différents documents.

Technique

Comme mentionné plus tôt, le site présente un **gisement solaire intéressant**, ce qui rend pertinent le recours à des installations solaires. De plus, les masques solaires n'affectent pas les toitures quelle que soit la saison.

Si la filière solaire est retenue, il sera donc nécessaire de mener une réflexion architecturale en amont des projets de manière à orienter la conception toitures pour **maximiser le rendement** des installations. Il conviendra également de vérifier que ces installations ne rentrent pas en **conflit avec d'autres usages possibles** de toitures (végétalisation, toitures accessibles, potagers partagés...).

La **diversité des fonctions et typologies** du futur quartier implique des consommations variables d'un bâtiment à l'autre. Ceux de bureaux ont des consommations électriques élevées en journée, au moment-même où les panneaux sont en production. Il est donc pertinent d'envisager la mise en place d'un système d'autoconsommation de l'électricité, voire d'autoconsommation collective. Il est en effet très probable que les futurs bâtiments de bureaux soient partagés entre différents preneurs. Des premiers retours d'expériences ont montré que ce système peut être complexe à mettre en place. Tout d'abord, il implique d'avoir une bonne connaissance et une bonne prévision des flux de consommation et de production des participants. Ensuite, il nécessite la création d'une Personne Morale Organisatrice qui a pour rôle de définir la clé de répartition de la production entre les différents producteurs et consommateurs. Malgré ces complexités, l'autoconsommation collective peut présenter un avantage économique certain.

Enfin, l'importance du gisement solaire en été traduit également un potentiel significatif pour de la **production de froid solaire** (climatisation, rafraîchissement), par absorption par exemple. Pour fonctionner, les PAC à absorption ont en effet besoin d'une **énergie calorifique** qui peut être apportée par des panneaux solaires. Ces pompes à chaleur présentent en général un COP de 0,7 bien inférieur au COP de 3 rencontré généralement sur les PAC plus classiques. Cependant, l'absence de compresseur mécanique permet de diminuer grandement les consommations d'électricité ainsi que les bruits et vibrations. Les besoins en entretien sont donc réduits tout comme les coûts d'exploitation.

Économique

Les **installations solaires thermiques** permettent de couvrir une partie des besoins d'ECS grâce à l'énergie solaire et donc de diminuer les consommations d'énergies fossiles.

Du côté des **installations photovoltaïques**, le bénéfice économique peut venir de la revente de l'électricité produite sur le réseau. Si on considère une installation d'une puissance comprise entre 3 et 9 kWc, le tarif de rachat en vigueur du 1^{er} février au 30 avril 2022 est de 10,8 c€/kWh (dans le cas d'une revente totale). Si un système d'autoconsommation est mis en place, le bénéfice provient alors de l'énergie économisée et donc non achetée sur le réseau, le coût de l'électricité proposé par EDF étant actuellement de 12,3 c€/kWh.

Cependant, il convient de noter que le tarif de rachat de l'électricité est un dispositif subventionné par l'état qui a pour but de favoriser l'essor de la filière photovoltaïque mais qui a donc vocation à disparaître. La valeur de ce tarif est déjà en baisse quasi constante depuis de nombreuses années. D'ici peu, le tarif de rachat devrait donc devenir inférieur au coût de l'électricité, l'autoconsommation devenant ainsi plus intéressante que la revente sur le réseau.

2. ÉOLIEN

A. ÉNERGIE PRIMAIRE

L'énergie éolienne est l'énergie cinétique contenue dans les vents.

B. TECHNOLOGIES DE VALORISATION

L'éolienne est constituée d'un rotor, situé au bout d'un mât. Il comporte généralement 3 pales et entraîne un générateur électrique, au travers d'un arbre relié à un alternateur.

- **Grand éolien**

Le grand éolien représente les installations de plus d'1 MW qui produisent de l'électricité injectée dans le réseau. La plupart des éoliennes de ce type ont une puissance comprise entre 2 et 3 MW.

Pour le parc éolien de grande puissance, la réglementation est stricte et impose notamment une implantation à plus de 500 m des habitations.

- **Moyen et petit éolien**

Les éoliennes de plus faibles puissances, allant de 5 à 250 kW pour le petit éolien et au-delà de 250 kW pour le moyen éolien, peuvent correspondre à des besoins d'autoconsommation ou à de l'injection dans le réseau.

Il existe des éoliennes dites urbaines, adaptées aux conditions particulières telles que la turbulence, les vitesses de vents affectées par l'environnement urbain, les vibrations, le bruit ou encore les considérations d'aménagement. Ces éoliennes urbaines se classent en deux catégories : les éoliennes à axe horizontal ou vertical. Ces technologies sont adaptées au contexte de l'agglomération.

Le petit éolien peut être installé à proximité de bâtiments ou sur un toit en ville. Le toit doit être accessible et sans bâtiment de hauteur supérieure à proximité.

- **Éolienne à axe horizontal**

Leur principe de fonctionnement est similaire aux éoliennes des grandes fermes.

Elles sont de petite taille, allant de 5 à 20 m de hauteur et le diamètre des pâles va de 2 à 10 m. Elles peuvent atteindre une puissance de 20 kW. Elles sont conçues pour des plages de vent plus restreintes que les éoliennes à axes vertical et sont davantage bruyantes.



- **Éolienne à axe vertical**

Pour répondre aux contraintes engendrées par les turbulences du milieu urbain, elles peuvent fonctionner avec des vents de toute direction. Elles fonctionnent sur des vents forts et sont silencieuses en raison de la faible vitesse de rotation du rotor. En revanche, les performances des éoliennes à axe vertical sont moins élevées que celles à axe horizontal.



- **Particularités du milieu urbain**

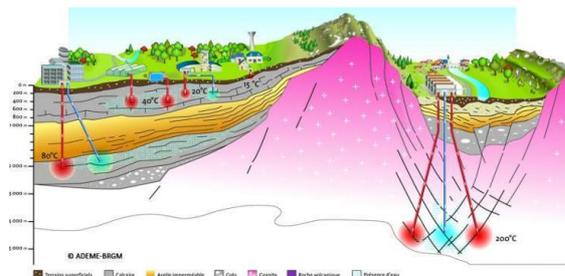
Le grand éolien est proscrit en milieu urbain en raison des nuisances et de la qualité du vent.

Les éoliennes adaptées au milieu urbain doivent être intégrées au projet : conception du bâtiment réalisée de manière à limiter les vibrations, nuisances sonores ou encore ombres portées et assurer la stabilité.

3. GÉOTHERMIE

A. ÉNERGIE PRIMAIRE

La géothermie correspond à l'utilisation de la chaleur contenue dans l'écorce terrestre. L'énergie géothermique se manifeste par une élévation de la température avec la profondeur. Le gradient géothermique moyen est de 3,3°C par 100 mètres de profondeur. La tranche comprise entre 0 et 10 mètres de profondeur est fortement influencée par le rayonnement solaire. Quatre types de géothermie peuvent être distingués, fonctions de la profondeur et de la température :



Source : BRGM

- **Géothermie très basse énergie :**

$T < 30\text{ °C}$

Elle se situe au niveau du proche sous-sol, directement influencé par le flux solaire. L'eau peut directement être utilisée pour le chauffage de piscines, serres, bassins. Pour le chauffage de locaux, il est nécessaire de recourir à des pompes à chaleur sur eau souterraine ou à des sondes géothermiques. Une pompe à chaleur associée à un capteur enterré dans le sous-sol superficiel permet d'alimenter en chauffage l'habitat individuel.

- **Géothermie basse énergie :**

$30\text{ °C} < T < 90\text{ °C}$

Elle est localisée au niveau des bassins sédimentaires à porosité et perméabilité connus par prospection pétrolière. Cette géothermie est utilisée particulièrement pour le chauffage urbain collectif, l'eau à haute température pouvant alimenter directement un réseau de chaleur.

- **Géothermie moyenne et haute énergie : $90\text{ °C} < T < 160\text{ °C}$ et $T > 160\text{ °C}$**

La ressource provient de formations volcaniques fissurées ou poreuses, eau captée sous forme de vapeur pour la production d'électricité.

B. TECHNOLOGIES DE VALORISATION

Afin d'exploiter la ressource géothermique très basse énergie pour le chauffage ou le rafraîchissement de bâtiments, trois systèmes sont possibles :

- **PAC sur sol et échangeur horizontal**

Profondeur entre 0,5 et 1,5 m et températures entre 8 et 10°C.

Pour les besoins de l'habitat individuel. La surface de l'échangeur correspond à 1,5 à 2 fois la surface à chauffer.



La puissance prélevée est de 10 à 15 W/m de longueur de capteur, soit 25 à 37 W/m² de champ de capteur.

- **PAC sur sol et échangeur verticaux**

Profondeur entre 50 et 200 m et températures entre 10 et 15°C.

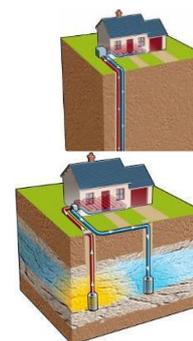
Pour les besoins du petit collectif et du tertiaire.

- **PAC sur aquifère en boucle ouverte :**

Profondeur entre 10 et 200 m et températures des nappes d'eau souterraines entre 10 et 15 °C.

Nécessité de connaître et d'évaluer les ressources en eaux souterraines.

2 forages : 1 pour pomper l'eau et l'autre pour la réinjecter dans la nappe.



- **Autres technologies**

Puit climatique : technologie de confort thermique, elle consiste en un conduit enterré dans lequel circule de l'air provenant de l'extérieur qui est ensuite insufflé dans le bâtiment. Au cours de la circulation, l'air échange son énergie thermique avec la terre, il y est alors refroidi ou bien réchauffé selon la saison.

Géocooling : technologie de confort thermique, elle est constituée d'un réseau enterré dans lequel circule de l'eau. En mi-saison ou été, l'eau refroidie dans le sol (à 15-20°C) est utilisée par échange direct (c'est-à-dire sans système thermodynamique) pour rafraîchir le bâtiment.

4. AIR

A. ÉNERGIE PRIMAIRE

L'aérothermie correspond à l'utilisation de la chaleur contenue dans l'air.

L'air peut être extérieur ou intérieur au bâtiment (via les réseaux d'extraction aérauliques).

B. TECHNOLOGIES DE VALORISATION

La valorisation de cette chaleur se fait par l'intermédiaire d'un système thermodynamique qui transfère la chaleur de l'air vers le réseau de distribution de chauffage/ECS du bâtiment. L'utilisation d'une énergie complémentaire (électricité, gaz) est indispensable pour le fonctionnement de la pompe à chaleur.

Malgré les avancées technologiques, à la fois sur les rendements et les températures atteintes en sortie de production, cette filière reste en retrait par rapport aux autres filières EnR&R en ce qui concerne la part EnR&R de la production énergétique.

- **Pour les systèmes sur air extérieur**

La performance varie principalement en fonction de la température extérieure et du régime de température de l'installation. Ainsi, ces systèmes sont peu performants pour fournir de la chaleur à haute température (environ 70 °C). C'est souvent le cas pour les installations de chauffage existantes. C'est aussi le cas des installations de production ECS.

Pour le chauffage, les rendements annuels moyens de génération vont de 2 jusqu'à à peine plus de 3 suivant les configurations.

Pour l'ECS, les rendements annuels moyens de génération avoisinent 2,5.

Ainsi, ces technologies ne s'avèrent réellement intéressantes que dans certains cas.

Principalement dans le cas de bâtiments neufs et combinant production de chaud et de froid.

- **Pour les systèmes sur air extrait**

Pour les systèmes sur air extrait, les rendements annuels moyens sont beaucoup plus importants (comparables à ceux de la géothermie), mais leur puissance sont limités par les débits d'air extraits. Ils sont en général pertinents pour des bâtiments passifs ou à très basse consommation, ou pour remplacer des cumulus électriques par des ballons thermodynamiques.

C. CONTRAINTES ET OPPORTUNITÉS

Réglementaire

L'installation d'une pompe à chaleur doit tenir compte des exigences du code civil qui régissent les nuisances sonores. L'émergence sonore en limite de propriété ne doit pas dépasser 5 dB de 7h à 22h et 3 dB de 22h à 7h.

Technique

En période hivernale, la chute des températures diminue le rendement des installations et leur impose parfois d'enclencher un mode sécurité pour se préserver des risques de gel. Quand ce mode est enclenché, une résistance thermique prend le relais, tout le bénéfice de la pompe à chaleur est donc perdu. Afin de pallier ce problème, il est très pertinent de mettre en place une PAC sur air extrait qui sera exposé à des températures ne présentant pas de risque de gel. Cette installation permettra également de valoriser la chaleur extraite du bâtiment.

Le COP affiché par les PAC aérothermiques étant supérieur à 1, ces installations permettent de valoriser une énergie présente dans l'air et donc considérée comme renouvelable. Cependant, la part d'énergie renouvelable associée à leur utilisation reste assez mal définie. Plusieurs méthodes existent pour la quantifier mais divergent dans les résultats obtenus. La grande variabilité du COP de l'installation en fonction des conditions d'air extérieur et donc la difficulté à calculer leur COP saisonnier rend d'autant plus difficile le calcul de leur part d'EnR.

Économique

Le technologie aérothermie est aujourd'hui largement répandue et présente des coûts attractifs. Compacte, elle est peu encombrante, nécessite peu de maintenance et affiche donc des coûts d'exploitation maîtrisés. Cependant, cette technologie consomme de l'électricité pour son fonctionnement. Elle est donc fortement dépendante de l'évolution du tarif de l'électricité.

D. BIOMASSE : BOIS

A. ÉNERGIE PRIMAIRE

Le bois est la principale ressource ligneuse mais d'autres matières organiques sont à prendre en compte dans cette filière : la paille, les résidus solides des récoltes, la bagasse de la canne à sucre, les grignons d'olives, ...

Concernant le bois, on distingue différents types de matières premières ligneuses : les écorces, sciures humides, copeaux et sciures sèches, dosses et délignures, bois forestiers, bois bocagers, bois de bords de route et bois de rebut. Ces matières premières, sous-produits d'une activité, sont à distinguer des biocombustibles, qui sont des produits préparés afin d'être valorisés.

B. TECHNOLOGIES DE VALORISATION

Les voies possibles de valorisation énergétique du bois sont la **combustion** ou encore la **gazéification** afin de produire de la chaleur ou bien faire de la cogénération. Dans tous les cas, une chaudière bois-énergie est nécessaire.

Production de chaleur

Les chaudières à biomasse acceptent différents biocombustibles issus des matières premières ligneuses évoquées précédemment : les granulés de bois, bûches, plaquettes forestières, sciures et copeaux. Le conditionnement du bois influence la structure de la chaudière.

On distingue trois types de chaudières bois : chaudière à bûches, chaudière à plaquettes ou à granulés, chaudière polycombustible. Elles permettent de répondre aux besoins thermiques de l'habitat individuel, des secteurs collectif, tertiaire ou industriel.²

- **Chaudières à bûches**

À tirage naturel ou forcé, les rendements sont compris entre 50 et 90 %. L'alimentation est manuelle. Ces chaudières ne peuvent assurer seules la production d'ECS.

- **Chaudières à plaquettes ou granulés**

L'alimentation est automatique. Elles nécessitent l'installation d'une réserve de combustible. Les rendements sont compris entre 75 et 95 %.

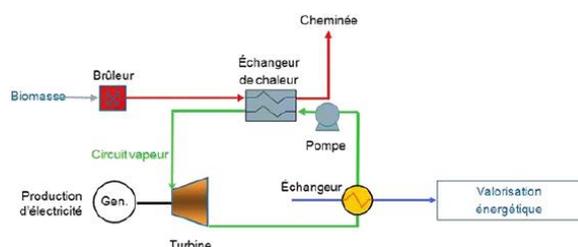
- **Gazéifieur couplé à une chaudière de combustion**

La gazéification du bois consiste à le transformer en un combustible gazeux appelé syngaz via une combustion incomplète de celui-ci. Ce syngaz peut être utilisé en remplacement de gaz naturel. Extrait, il est directement envoyé dans la chaudière pour combustion. La combustion des gaz issus de la gazéification présente des avantages par rapport à la combustion du bois. Cette combustion présente tous les avantages de l'utilisation d'un combustible gazeux par rapport à un combustible solide.

Production de chaleur et d'électricité

À partir de la ressource ligneuse, il est également possible de faire de la cogénération via des chaudières vapeur/turbine. Le rendement électrique de cette filière est très faible mais la valeur marchande de l'électricité rend intéressante cette technologie.

Les chaudières présentées précédemment, associées à une turbine ayant pour fluide de travail de la vapeur d'eau ou autre fluide organique, permettent de produire de l'électricité.



Source : Ecoren

² Deglise Xavier, 1982, *Les conversions thermochimiques du bois*.

De plus, le syngaz produit par gazéification de la biomasse peut également alimenter un moteur ou une turbine à gaz afin de produire de l'électricité.

C. CONTRAINTES ET OPPORTUNITÉS

Règlementaire

Un **contrat de maintenance** est nécessaire pour optimiser le fonctionnement et maximiser la durée de vie de l'installation. L'entretien annuel est de plus obligatoire pour les installations inférieures à 400 kW tandis que tandis qu'un contrôle de la performance énergétique réalisé tous les deux ans par un organisme accrédité est obligatoire pour les installations de plus de 400 kW.³

Afin de prévenir les risques d'incendies, les murs de la chaufferie doivent présenter un degré de résistance au feu qui est fonction de la distance aux bâtiments alentours. Si l'ouvrage le plus proche est situé à moins de 10 m, les murs de la chaufferie doivent être à minima coupe-feu 2 heures.

Enfin, les installations de grande puissance peuvent être soumises à des **régimes particuliers** comme le régime des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Il est à noter que qu'un décret datant du 3 août 2018 a modifié récemment les seuils de classement des installations de combustion. Dorénavant, toutes les installations d'une puissance supérieur à 1 MW sont concernées par la rubrique ICPE 2910 leur imposant notamment une déclaration en préfecture ainsi que des contrôles périodiques.

Technique

L'utilisation de la biomasse présente l'avantage de rendre les systèmes de chauffage proches de la neutralité carbone pendant leur exploitation. En effet, la croissance de la biomasse a permis de stocker du CO₂ atmosphérique qui est relâché lors de la combustion. Elle est également considérée comme une énergie renouvelable car elle croit dans des échelles de temps relativement faibles. Dans le référentiel Energie-Carbone qui préfigure la prochaine réglementation thermique, les coefficients d'émissions d'équivalent CO₂ attribué aux différentes formes du bois énergies sont donc très faibles (entre 0,013 et 0,046 kg_{eq CO2}/kWh) comparativement à ceux du gaz naturel (0,243 kg_{eq CO2}/kWh) et du fioul (0,314 kg_{eq CO2}/kWh).

La solution chaudière bois nécessite cependant des **aménagements particuliers**. D'une part, le silo permettant le stockage du bois doit pouvoir être accessible par des camions de grande taille et doit être suffisamment bien dimensionné pour diminuer le plus possible la fréquence d'approvisionnement. Ils doivent à la fois être implantés au plus près des voiries et au plus près de la chaudière afin d'éviter les surcoûts liés à l'alimentation. Cette problématique doit donc être prise en compte dès la conception des voiries et des futurs lots, dans le cas de l'utilisation de cette ressource. Il est bien entendu possible de mutualiser des chaudières à l'échelle de plusieurs îlots de manière à s'affranchir d'une partie des contraintes d'approvisionnement et de stockage du bois.

D'autre part, une attention particulière doit être portée au pilotage de la chaudière de manière à maîtriser la qualité de la combustion ainsi qu'à l'évacuation des fumées afin d'éviter le rejet de polluants, notamment le dioxyde de soufre vers des zones accessibles à la population.⁴

³ [FFBâtiment](#) : Bien concevoir une chaufferie bois

⁴ [Guide](#) « Les chaufferies au bois », Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012

Les installations de gazéification sont encore pour la plupart au stade du développement. Certains pilotes industriels ou démonstrateurs sont actuellement en activité mais n'ont pas encore fait leurs preuves.

Les installations de cogénération bois de petite taille sont encore peu répandues en France. Bien que des modèles adaptés aux logements individuels soient déjà disponibles sur le marché, l'essentiel des installations existantes servent à alimenter des réseaux de chaleur ou a minima des chaufferies collectives.

Économique

Le coût du combustible bois est inférieur à celui des autres énergies ce qui rend la solution compétitive, notamment du point de vue des coûts d'exploitation. Le coût du bois varie en effet entre 2 et 4 c€HT/kWh tandis que le gaz naturel légèrement plus de 4 c€HT/kWh, le fioul 6 c€HT/kWh et l'électricité 12 c€HT/kWh.

Les chaufferies biomasse sont également éligibles au fonds chaleur de l'ADEME.

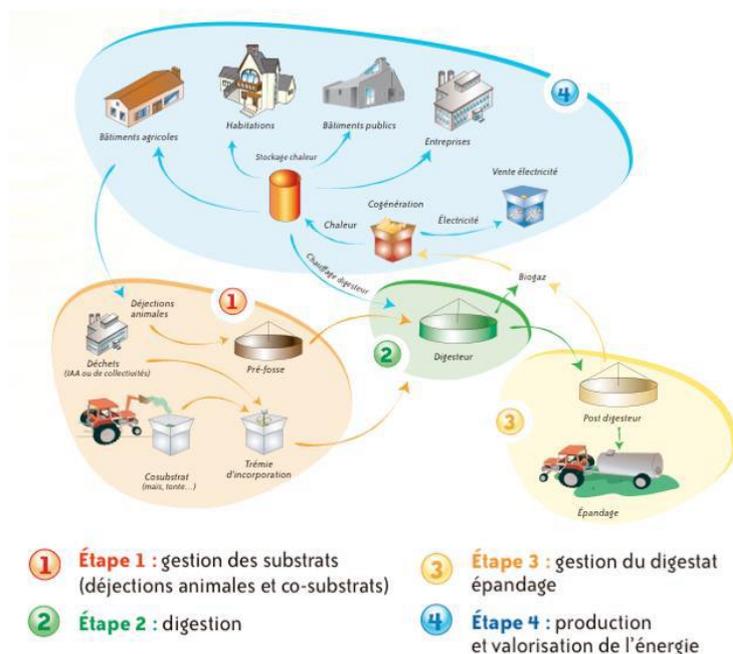
D. BIOGAZ

A. ÉNERGIE PRIMAIRE

Le biogaz peut être produit par le stockage des déchets ou par méthanisation de déchets/effluents organiques (FFOM, boues de STEP, déchets organiques des industries agro-alimentaires, effluents d'élevages agricoles, résidus de cultures, ...).

Par la valorisation énergétique du biogaz, c'est le potentiel contenu dans la matière organique qui est valorisé.

Le procédé de méthanisation permet de couvrir les besoins en chaleur et/ou en électricité de bâtiments, d'un territoire, ou encore d'un collectif agricole, via la valorisation du biogaz produit. Dans tous les cas, il est nécessaire de fournir de la chaleur pour la digestion. Pour répondre à ce besoin en chaleur, une part du biogaz produit est autoconsommée.



E. TECHNOLOGIES DE VALORISATION

La combustion du biogaz permet de produire de l'électricité et/ou de la chaleur.

Production de chaleur

Les chaudières à combustion directe : le biogaz est brûlé directement pour une production de chaleur sur site ; le biogaz est transporté par un réseau de canalisations vers une utilisation finale sous forme de gaz ou de chaleur.

Injection dans le réseau de gaz naturel : le biogaz peut être épuré et enrichi en biométhane afin d'être injecté dans le réseau de gaz pour les utilisations standards de ce dernier : chauffage, ECS et cuisson. Cette option reste limitée par le faible débit de consommation de gaz naturel en été.

Production de chaleur et d'électricité

Les moteurs à cogénération : Rendement de production énergétique proche de 85%, avec 35% de production électrique et 50% de production de chaleur⁵.

Production d'électricité

Les turbines à gaz : le biogaz, brûlé dans des turbines à gaz, permet de produire de l'électricité. Pour les petites puissances, il existe des « micro-turbines ». Le rendement énergétique est de l'ordre de 30% (ADEME, 2016).

F. CHALEUR FATALE : EAUX USÉES

A. ÉNERGIE PRIMAIRE

Les eaux qui s'évacuent des bâtiments ont été préalablement chauffées pour les usages domestiques ou industriels. La température de celles-ci, qui oscille entre 10 et 20°C tout au long de l'année, en fait une source de chaleur en hiver et une source de refroidissement en été.

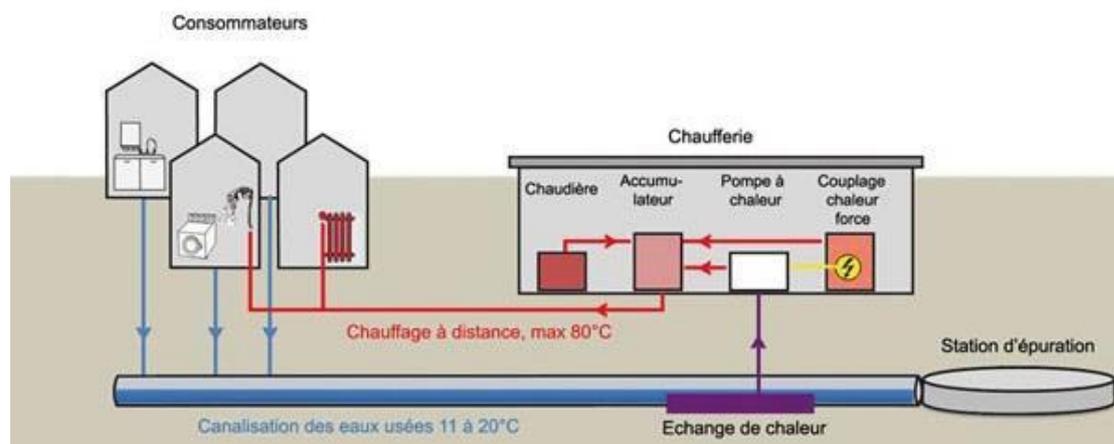
G. TECHNOLOGIES DE VALORISATION

Un fluide caloporteur capte l'énergie contenue dans les eaux usées via un échangeur de chaleur, puis conduit ces calories vers une PAC qui va élever ou abaisser la température de l'eau chauffant ou refroidissant les bâtiments. Ce système de récupération de chaleur est applicable à l'échelle d'un ensemble de bâtiments ou encore d'un quartier.

Le potentiel de récupération de chaleur dépend de la taille de l'échangeur, du débit et de la température du fluide.

L'énergie des eaux usées peut être récupérée au niveau des collecteurs, de la station d'épuration ou encore des bâtiments.

⁵ ADEME, 2016, *Les valorisations énergétiques des biogaz et gaz de synthèse*.



Au niveau des collecteurs du réseau d'assainissement (canalisations, conduites, ...) : les échangeurs sont soit directement intégrés dans les canalisations neuves, soit posés en partie basse des canalisations existantes.

- **Au niveau des stations d'épuration** : utilisation de la chaleur des eaux épurées en amont du rejet vers le milieu naturel.
- **Au niveau des bâtiments** : la chaleur est captée directement sur les eaux grises en sortie d'immeuble via un échangeur de chaleur installé dans une fosse dédiée. Sans PAC, ce dispositif permet de répondre aux besoins d'ECS d'un ensemble de bâtiments. Avec une PAC, il est possible de l'appliquer au chauffage et/ou à la climatisation de ceux-ci.

H. RÉSEAUX DE FROID

Les énergies renouvelables et de récupération ne représentent actuellement que 3% du bouquet énergétique des réseaux de froid.

La technique dominante dans les réseaux de froid en France est le compresseur (95% du froid urbain), avec rejet de la chaleur dans l'air ou dans l'eau.

La technique dite du **free cooling** (refroidissement naturel) permet d'utiliser directement (sans compresseur) le froid ambiant de l'air ou de l'eau, augmentant alors fortement la performance énergétique du dispositif ; elle est utilisée par le réseau Climespace à Paris, la Seine fournissant environ 50% des besoins de froid du réseau.

On peut aussi produire du froid **à partir de chaleur fatale**, par exemple issue d'une usine d'incinération des ordures ménagères (UIOM), inutilisée en été, à l'aide d'une machine à absorption. Utilisées dans l'industrie, les machines à absorption de chaleur peuvent produire du froid comme suit : la source de chaleur est utilisée pour séparer un constituant volatil d'une solution, le plus souvent binaire. Ce constituant séparé sous phase vapeur est ensuite condensé, puis détendu. Le liquide issu de la détente s'évapore, absorbant ainsi de la chaleur et produisant du froid.

Les éléments suivants sont nécessaires pour produire du froid par absorption :

- Un générateur : faisant office de "bouilleur", cet échangeur sert à séparer le fluide frigorigène de la solution grâce à un apport de chaleur ;
- Un condenseur : cet échangeur sert à condenser la vapeur de fluide frigorigène issue du générateur ; le fluide de refroidissement servant à la condensation de cette vapeur sera en général de l'air ambiant ;
- Un évaporateur : afin de produire l'effet frigorifique. Le niveau de température du liquide à refroidir (par exemple de l'eau entrant à 12 °C et sortant à 7 °C) fixe la température d'évaporation ;
- Un absorbeur : servant à fixer la vapeur du fluide frigorigène dans le liquide absorbant (concentré en substance la moins volatile). La chaleur dégagée durant l'absorption devra également être évacuée, par exemple par de l'eau circulant ensuite dans un aéroréfrigérant.
- Une pompe : afin d'élever la pression du mélange et de la diriger vers le bouilleur.

Outre le réseau de froid classique, il est possible de **produire du froid à partir d'un réseau de chaleur alimentant des machines à absorption situées au niveau d'immeubles**. Cette approche ne permet pas de bénéficier des avantages liés à la centralisation des équipements de production de froid, mais elle permet de mutualiser une infrastructure coûteuse. Un seul réseau en France utilise cette technique.